

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION



RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES

MODULE 11	Connaissance des modes opératoires des différents travaux des travaux publics

SECTEUR : BTP

SPECIALITE : CHEF DE CHANTIER TRAVAUX PUBLICS

NIVEAU : TECHNICIEN

REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document.

Pour la supervision :

M. Khalid BAROUTI — Chef projet BTP
Mme Najat IGGOUT — Directeur du CDC BTP
M. Abdelaziz EL ADAOUI — Chef de Pôle Bâtiment

Pour la conception :

Mr Dehbi Mohamed — Formateur à l'ISB

Pour la validation :

Mme GUNINA Fatna — Formatrice animatrice au CDC /BTP

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.

DRIF

MODULE 11 : CONNAISSANCE DES MODES OPERATOIRES DES DIFFERENTS TRAVAUX DES TP

Durée : 110 h

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit connaître les modes opératoires des différents travaux des TP, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION :

- Individuellement
- A l'aide d'un projet d'exécution.
- A partir de test à compléter.
- A l'aide de croquis à dessiner.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

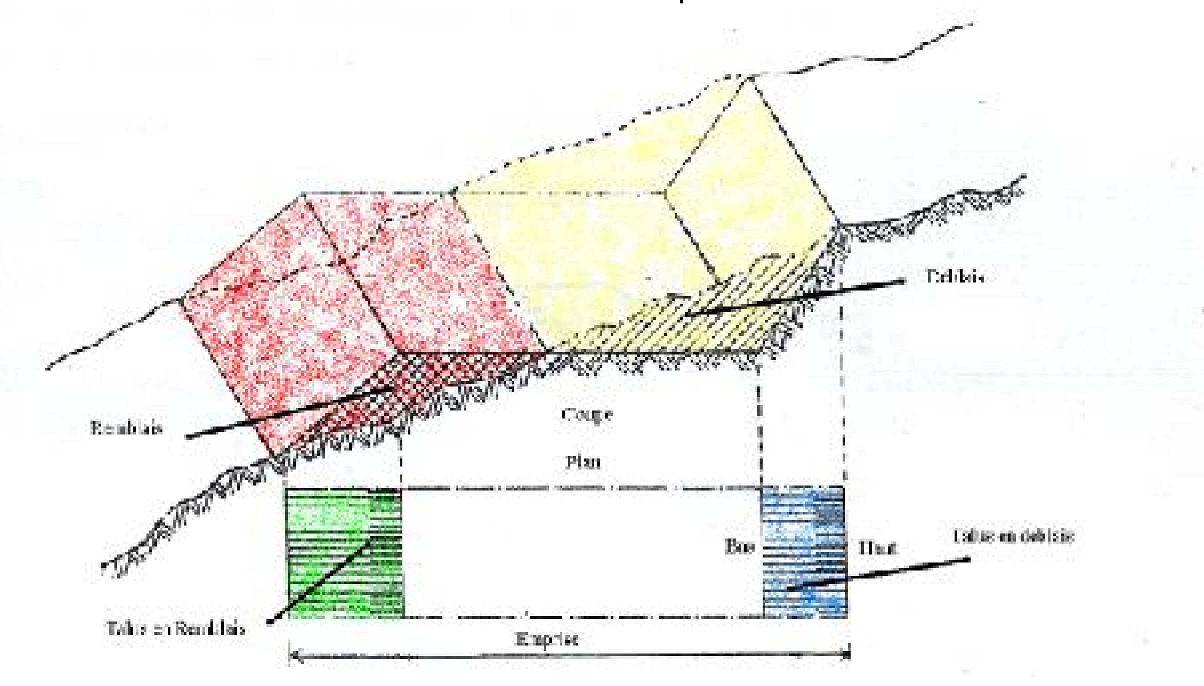
- Respect des règles techniques de réalisation des ouvrages de constructions.
- Appliquer les méthodes d'exécution.
- Respect des différentes phases d'exécution des travaux à envisager

PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU	CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE
A. Réaliser différents types de terrassement	• Précision sur : - le choix - la méthode de réalisation -
B. Réaliser les différents types de fondations	• Choix judicieux : - des matériaux - du matériel - des méthodes de réalisation
C. Réaliser les différents éléments constituants un bâtiment.	• Pour chaque élément réalisé précision sur : - sa définition - matériaux - matériel - les procédés de fabrication
D. Réaliser des murs de soutènement	• Précision sur : - le choix - la méthode de réalisation -
E. Réaliser une portion de route.	• Connaissance exacte de la structure : - assise de chaussée - corps de chaussée - couches de surface
F. Réaliser les différents types de canalisations	• Pour chaque élément réalisé précision sur : - sa définition - matériaux - matériel - les procédés de fabrication

A-LES TERRASSEMENTS

1- DEFINITIONS :

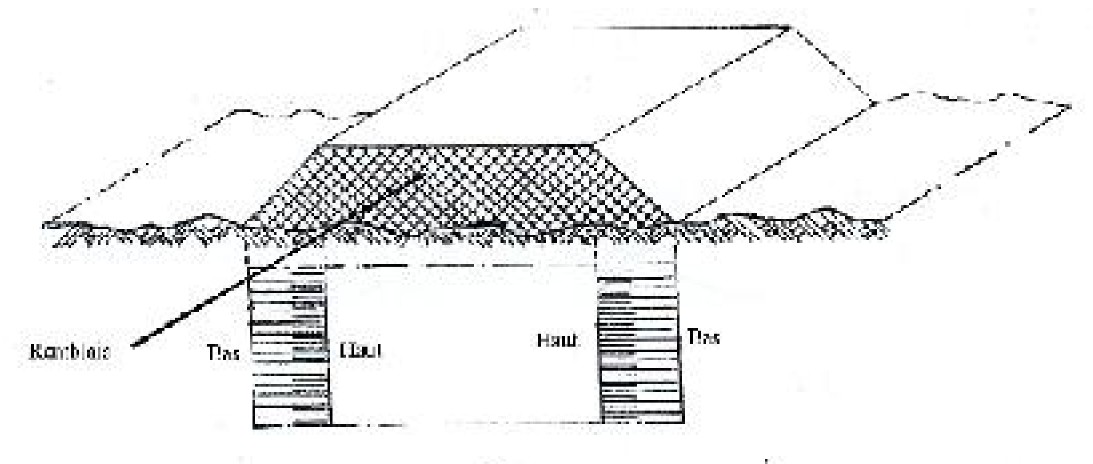
◊ <u>Les terrassements :</u> Ce sont les travaux qui se rapportent à la modification du relief d'un terrain. Cette modification du sol est réalisée par l'exécution de déblais et de remblais.

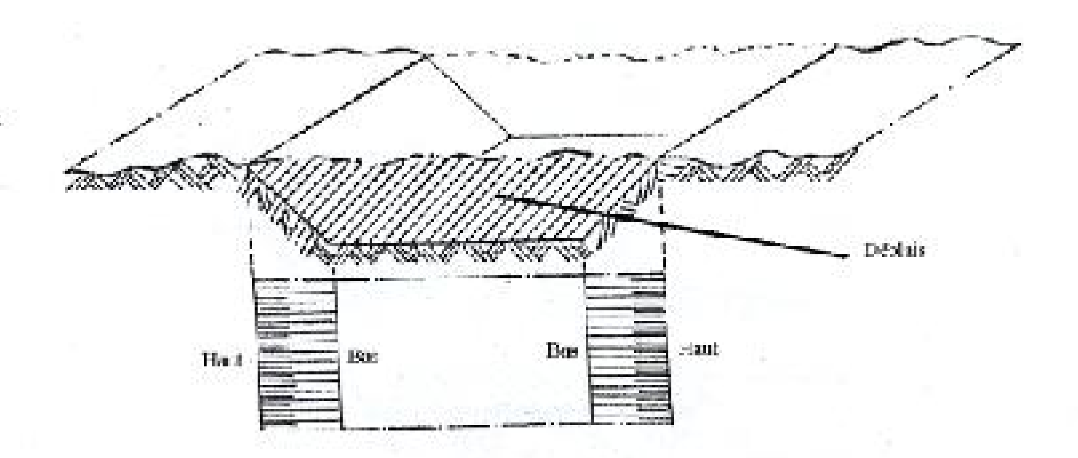


◊ <u>Le déblais :</u> consiste à abaisser le niveau du terrain par enlèvement des terres.

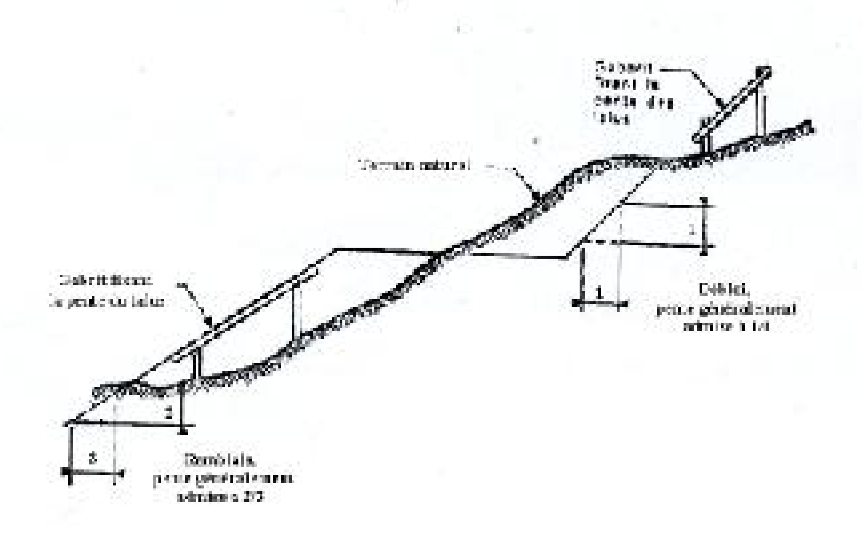
◊ <u>Le remblais :</u> c'est rapporter des terres, afin de relever ce niveau.

Déblais et remblais représentent également en termes de métier, les terres extraites ou accumulées d'un terrassement.





◊ <u>Les mouvements de terre :</u> sont les terrassements de grande surface, opérés en terrain découvert (pour l'exécution des routes, aérodromes, …)
◊ <u>Le décapage :</u> c'est un terrassement de très faible profondeur (environ de 25cm) et de grande surface.
◊ <u>Les fouilles :</u> sont des terrassement dont la profondeur, rapportée à la surface ou à la largeur, est plus importante. Les fouilles servent à l'exécution des bâtiments.
◊ <u>Le talus :</u> c'est la pente, ou inclinaison, donnée aux parois des terres pour éviter leur éboulement. Il dépend de la nature du terrain.

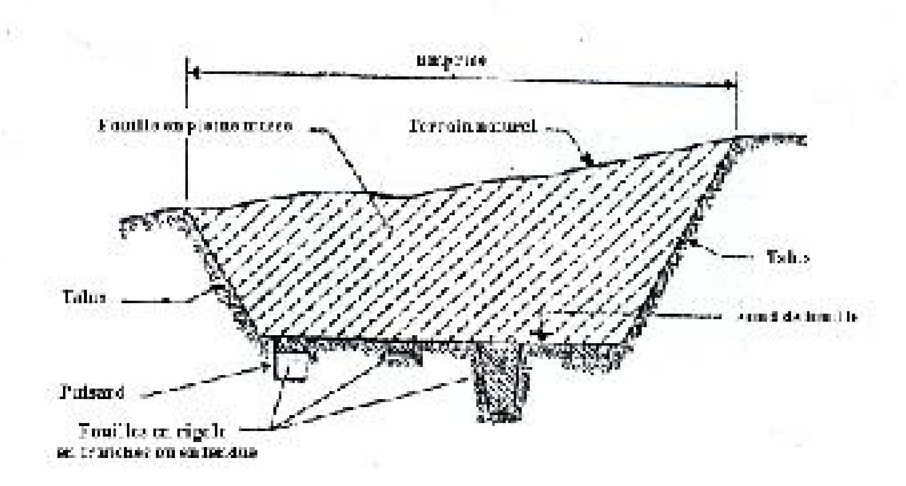




◊ <u>L'emprise d'un terrassement :</u> c'est la limite ou on exécute notre terrassement il est matérialisé par l'intersection des talus (de déblais ou de remblais) et du terrain naturel

2- FOUILLES :

- <u>Fouille en pleine masse :</u> c'est un terrassement général de la surface à construire, dont la profondeur est limitée, par exemple, au niveau du sol des caves de la construction.
- <u>Fouille en rigole ou en fondue :</u> c'est une tranchée dont la largeur minimale est de 0.40m, destinée à recevoir les maçonneries, les fondations les canalisations etc.…
- <u>Fouille en puits :</u> c'est un terrassement de petite surface et de grande profondeur. Ce genre de fouille est exécuté pour l'établissement des fondations de piliers isolés, par exemple. Les dimensions minimales de ces terrassements sont limitées par les moyens de réalisation.
- <u>Puisard :</u> c'est un trou de 1m de profondeur environ (ou demi-tonneau enterré), on l'installe en un point bas de la fouille, vers lequel convergent toutes les eaux de pluie ou d'infiltration drainées par la fouilles. Du puisard, l'eau est évacuée par pompage à l'extérieur de la fouille.



2-1 Foisonnement

Le foisonnement des terres est l'augmentation de volume consécutive à l'ameublissement provoqué lors de l'extraction. En effet ordinairement la terre extraite d'une fouille occupe un volume supérieur à celui de l'excavation.

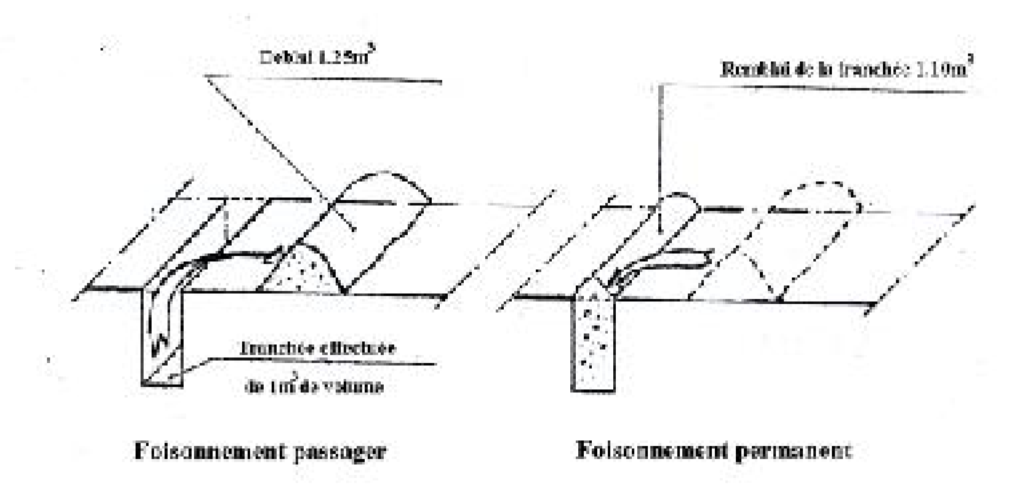
- *<u>Foisonnement passager :</u>* c'est celui que l'on obtient à partir d'un déblai sans tasser la terre.

- *<u>Foisonnement permanent :</u>* c'est celui qui reste après damage et tassement de la terre mise en place.

<u>Foisonnement de quelques terrains</u>

NATURE DE TERRES	POIDS t/ m^3	FOISONNEMENT	
		PASSAGER %	PERMANENT %
Sable fin, sec……………..	1.4	10	3
Terre végétale…………...	1.6	10	3
Terre très compacte ……..	1.7	25	10
Argile sèche ……………..	1.5	50	15
Argile humide…………….	1.8	25	8

<u>Exemple :</u> si l'on extrait un volume de $1m^3$ de terre très compacte, on obtiendra un monticule de $1.25m^3$. Si l'on remet cette terre en place, après tassement, il restera quand même un volume de $1.10m^3$.



Foisonnement passager   Foisonnement permanent

2-2 ***<u>Stabilité Des Talus</u>***

La terre mise en tas, lorsqu'elle n'est pas retenue, forme avec la terre, appelé angle de talus naturel.

Lors des fouilles, si le talus que l'on veut réaliser fait avec l'horizontale un angle inférieur ou égale à l'angle naturel, aucune précaution particulière ne doit être prise.

Si au contraire l'angle est supérieur à l'angle naturel. Il y a danger d'éboulement et il convient de prendre des dispositions pour les éviter.

D'une manière générale, lors de l'exécution des terrassements en remblai, le rapport admis entre la base et la hauteur est de 3 à 2.

Angle de talus naturel de quelques terrains

NATURE DE TERRES	ANGLE DU TALUS NATUREL	
	TAERRAIN SEC	TERRAIN MOUILLE
Sable fin…………………..……..	± 25°	± 15°
Terre végétale……………….....	± 40°	± 30°
Terre très compacte ……...…..	± 50°	± 40°
Argile ………...…………….	± 40°	± 15°
Cailloux, éboulis…………….	± 50°	± 40°

2-3 ETAYAGE (OU BLINDAGE) DES FOUILLES.

Les fouilles sont exécutées par terrassements successifs de couches de 0.40m de profondeur.

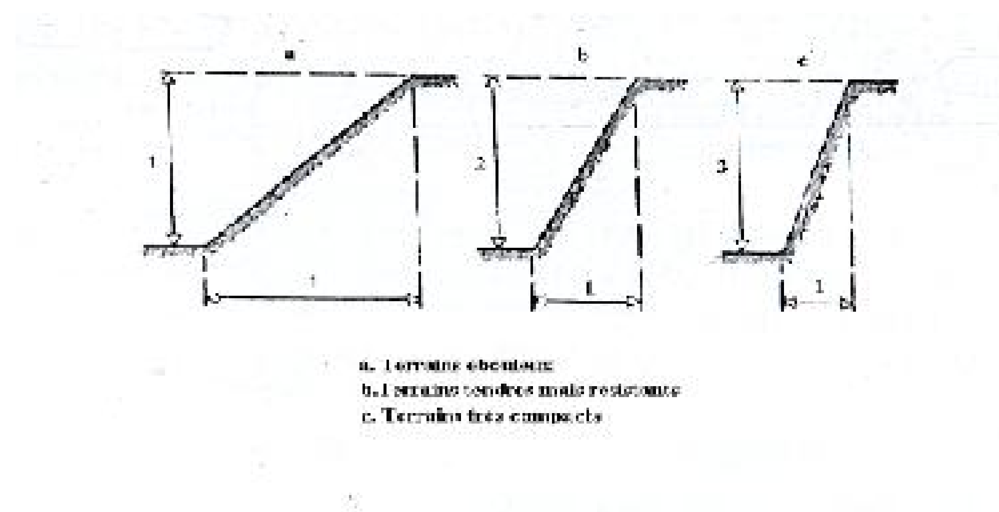
Lorsque la profondeur d'une fouille est importante, pour prévoir les éboulements et les risques d'accident d'une part et, d'autres part, pour diminuer l'emprise de l'excavation, il est utile, voire nécessaire, d'étayer les terres.

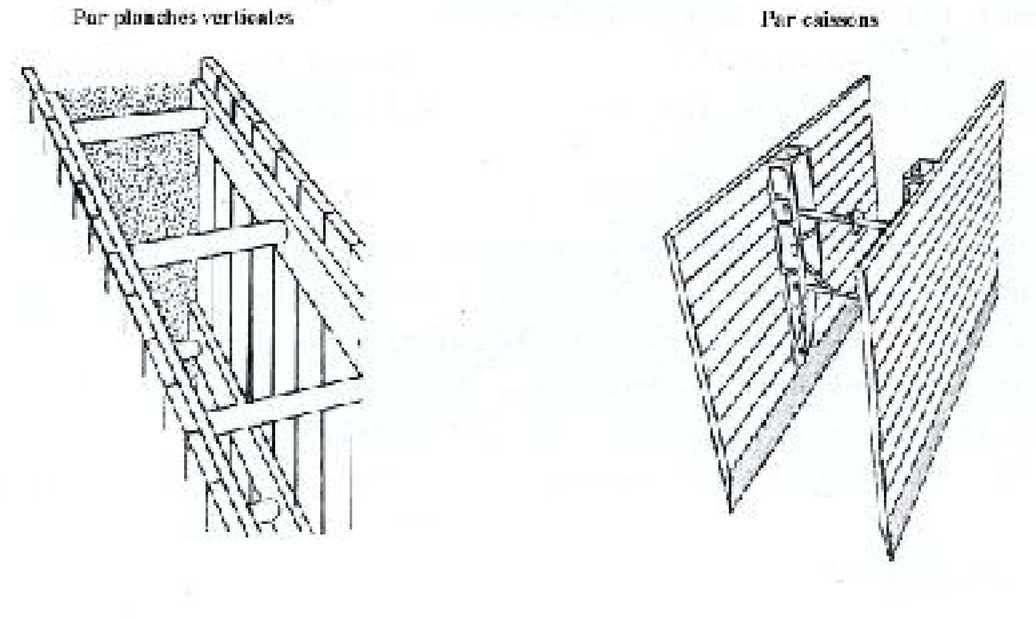
L'inclinaison des talus naturels, dans un terrain déterminé, peut être défavorablement influencée par certains facteurs extérieurs.

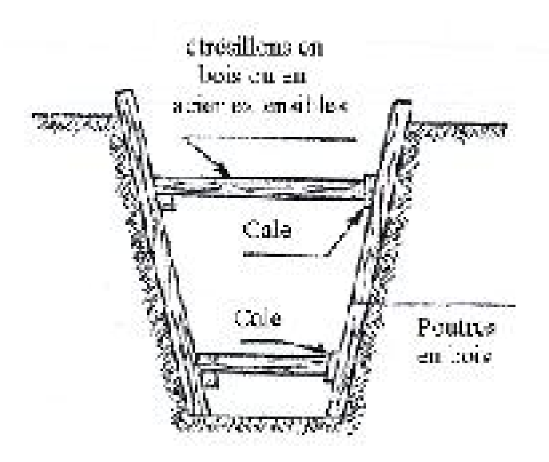
Les infiltrations d'eau possibles en profondeur, ou provenant des chutes de pluie, l'effet des vibrations provoquées par les engins, les véhicules ou les machines. Les charges situées à proximité immédiates de l'excavation sont des éléments qui modifient les plans de rupture des terrains.

D'une façon générale, toute paroi d'une fouille doit être étayée lorsque la pente des talus excède les rapports suivants.

1/1 dans les terrains ébouleux.
1/2 dans les terrains tendres mais résistants.
1/3 dans les terrains très compacts.







2-4 Réalisation des terrassements.

Les outils et le matériel utilisés pour l'exécution des terrassements dépendent :

- de l'importance des travaux ;
- des possibilités de l'entreprise ;
- des exigences et des impératifs imposés par le chantier lui-même ;
- des délais d'exécution.

Les fouilles peuvent être réalisées à la bêche ou à la pelle dans la terre végétale, le sable, les sols vaseux, etc. On utilise la pioche pour ameublir les terres, les agglomérés, les glaises et les marnes dont la cohésion n'est pas trop forte.

Le pic, les marteaux pneumatiques s'emploient pour les roches et les terres compactes.

On effectue les fouilles à la main lorsqu'il s'agit de terrassement de faible volume, ou lorsque des conditions particulières l'exigent.

Les terrassements s'effectuent par enlèvements successifs de coches de 40cm de profondeur. La terre ameublie est rejetée hors de la fouille par le jet de pelle. L'accroissement de la profondeur nécessite le jet des terres par étapes successives.

Lorsque le volume des terrassements devient important. Il est plus économique d'utiliser des engins mécaniques pour effectuer les terrassements. Le débit de ces machines peut varier de 25 à 400m^3 par heure.

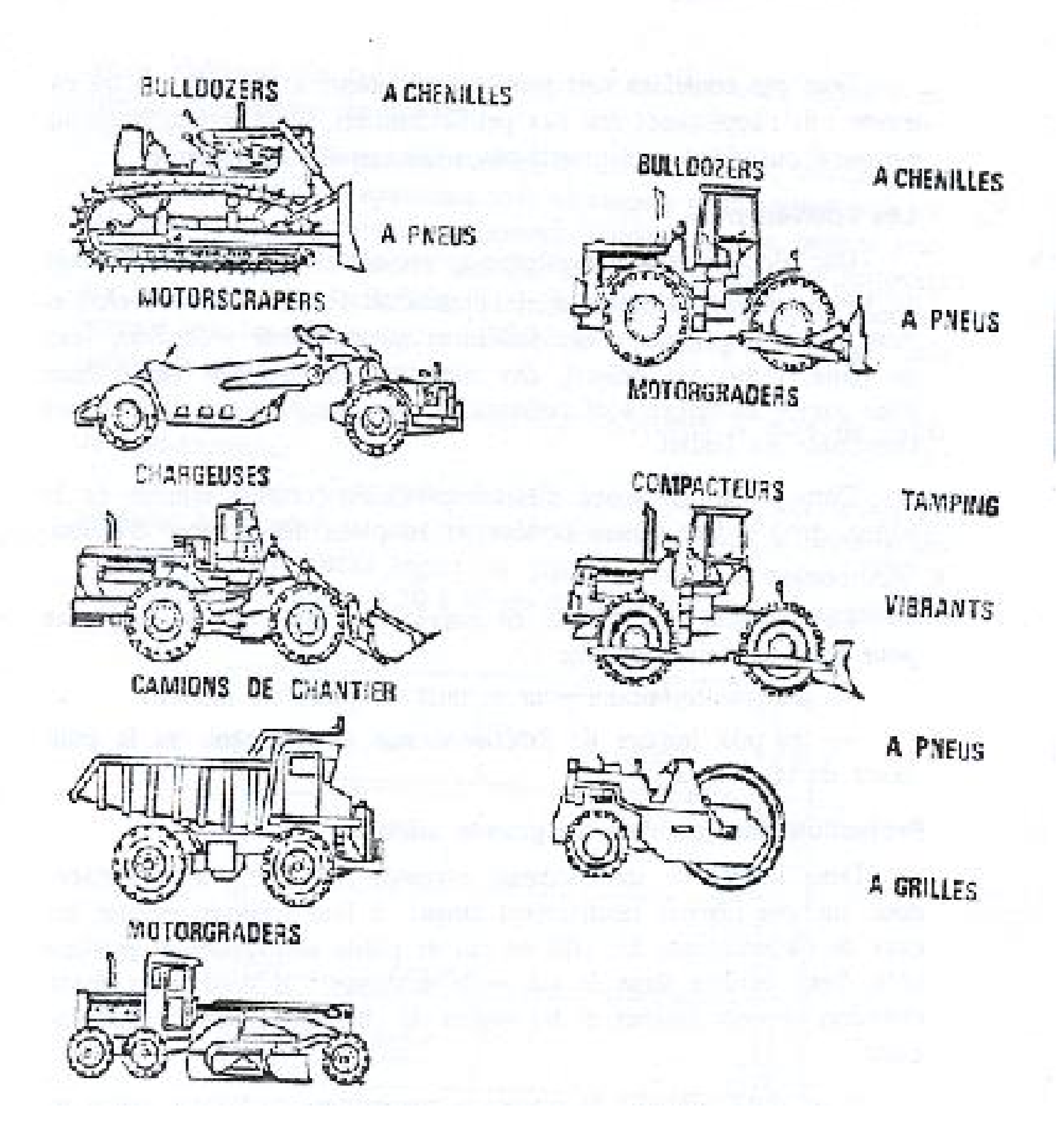
- ***Transport des terres.***

Les véhicules les plus employés pour le transport des terres sont : la brouette, le tombereau, les wagonnets, le camion, le dumper, etc. qui sont choisis en rapport avec l'importance du chantier, et le genre de travail à effectuer.

- ***Réalisation Des Remblais***

On exécute les remblais par superposition de couches de 0.20 à 0.40m d'épaisseur, damées et serrées de manière à réduire dans de fortes proportions le foisonnement du matériau rapporté. Pente.

Les engins de terrassement





B- LES FONDATIONS

Un ouvrage, quelque soit sa forme et sa destination, prend appui sur un sol d'assise et lui transmet un ensemble de charges.
Les éléments qui jouent le rôle d'interface entre la structure porteuse et le terrain constituent les fondations.
Adaptées à la fois à l'ouvrage et à la nature du sol, elles prennent des formes diverses de manière à assurer une bonne répartition des contraintes.

On distingue les différents types de fondation suivant :

- fondations superficielles :

  - semelles continues sous mur.
  - Semelles isolées sous piliers.
  - Plots et longrines.

- fondation par radier général.

- fondations profondes.
  - Sur puit.
  - Sur pieux.

1- *FONDATIONS SUPERFICIELLES :*

Les fondations superficielles (c'est –à- dire de faible profondeur) sont utilisées lorsque :

- le sol capable de la portance nécessaire se trouve à profondeur.
- La résistance des couches au cisaillement est suffisante.
- La déformabilité du sol est faible.

Ce procédé est économique dans le cas où le sol porteur est accessible par des moyens courants de terrassement, c'est-a-dire pour des profondeurs comprises entre 1 m et 4m au plus.

Les fondations superficielles sont constituées par des semelles ayant une plus grande largeur que l'élément supporté de façon à ce que le taux de compression du sol ne dépasse pas son taux de compression admissible.

1-1 Semelles continues sous mur :

Les fondations de murs peuvent être réalisées :

* en maçonnerie.
* en moellons.
* en béton armé.
* en béton armé.

A- Fondations en briques

- Au fin fond de la tranchée on dépose une première assise de briques sur couche de sable rude.
- Sur toute cette largeur de basse on maçonne au moins 2 assises.
- On rétrécit ensuite progressivement chaque ensemble de deux assises jusqu'à ce que l'on obtienne . l'épaisseur ou mur voulue.
- La tangente aux recoupements ne peut être inclinée de plus de 60° par rapport à l'horizontale.
  Ce qui dépasse l'angle de 60° subit des force de traction :une maçonnerie de broques ne peut y résister.
  (Voir fig. 3.2.1.1.A)

B- Fondations en moellons :

Les fondations en moellons remplissent généralement toute la largeur de la fouille.
- Au fond de la tranchée on met une couche de béton de propreté.

- Ensuite on met une couche de mortier de 3 à 4 cm d'épaisseur puis on pose les moellons en les bloquant et les liaisonnant convenablement avec du mortier .
  (Voir fig.3.2.1.1.B)

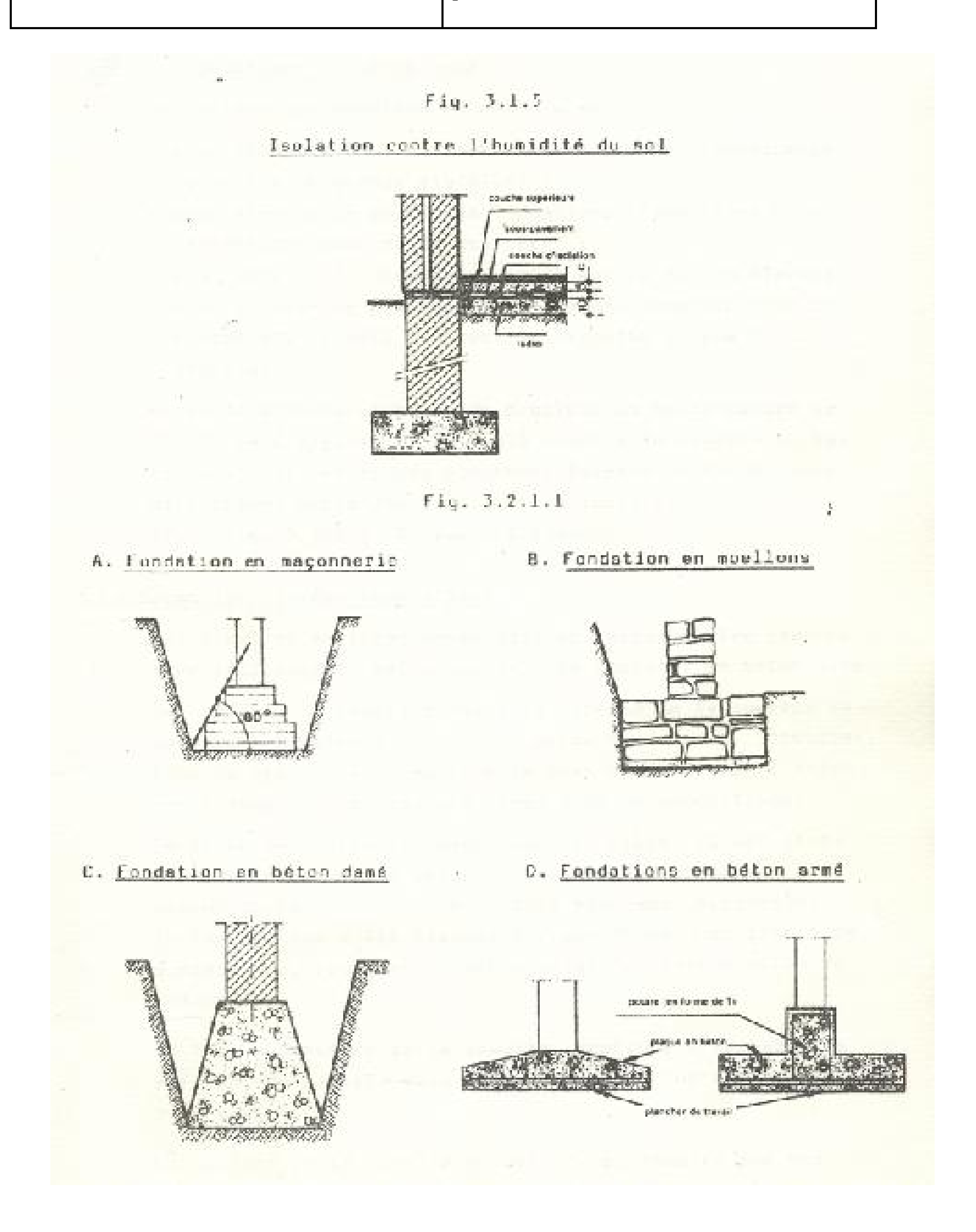


Fig. 3.1.5
Isolation contre l'humidité du sol
Fig. 3.2.1.1
A. Fondation en maçonnerie
60°
B. Fondation en moellons
C. Fondation en béton damé
D. Fondations en béton armé

C- Fondations en béton damé :

La coupe de la fondation en béton damé à la forme d'un trapèze isocèle dont les angles à la basse ont au moins 60°.

Le béton peut être coffré ou coulé directement entre les deux parois de la fouille. Il doit être de consistance « terre humide » et soigneusement damé lors de la mise en place.

Ce béton est parfois légèrement armé pour constituer un chaînage qui peut être nécessaire si le sol n'est pas homogène.
(Voir fig.3.2.1.1C)

D- Fondations en béton armé :

On utilise les semelles en béton armé :

- Pour répartir plus uniformément la charge (conséquence de leur plus grande rigidité).
- Pour limiter le poids des fondations (fondations plus résistantes donc moins épaisses).
- Pour réduire la pression exercée sur le sol en élargissant la semelle (ce qui nécessite une armature pour résister aux efforts de traction produits au bas de la semelle) .

On coule d'abord un béton de propreté de béton maigre de 5 à 10 cm d'épaisseur. On coule ensuite la semelle en béton armé soit entre des planchers formant coffrage, soit directement entre les parois de la fouille. (Voir fig.3.2.1.1. D page précédente).

1-2 Semelles isolées sous pilier :

Ces semelles de forme pyramidale ou rectangulaire peuvent être réalisées en béton ou , le plus souvent , en béton armé.

Les efforts de traction dus à la flexion de la semelle se manifestent selon 2 directions perpendiculaires selon ces efforts implique la pose d'une armature selon ces 2 axes .cette armature donc un quadrillage.

Le béton doit être fortement damé et vibré. Il est généralement coulé entre les parois de terre, préparées au moment du terrassement, aux cotes requises. Auparavant, le ferraillage a été disposé sur une forme d'environ 5 cm d'épaisseur, réalisée en béton maigre et formant béton de propreté.

La face supérieure de la semelle, destinée à recevoir le coffrage du pilier, doit être prévue avec un redent de 5 cm environ.

La liaison de la semelle au pilier est assurée par une armature d'attente comprise dans le ferraillage des fondations. (Voir fig. 3.2.1page suivante).

1-3 fondation par plots et longrines préfabriquées :

Définitions :

Un plot en béton est une semelle carrée ou rectangulaire massive, en gros béton, non armé ou peu armé.

Une longrine est une poutre en béton armé qui sert de fondation aux murs.

Les fondations par plots et longrines préfabriquées sont formées par un ensemble porteur constitué :

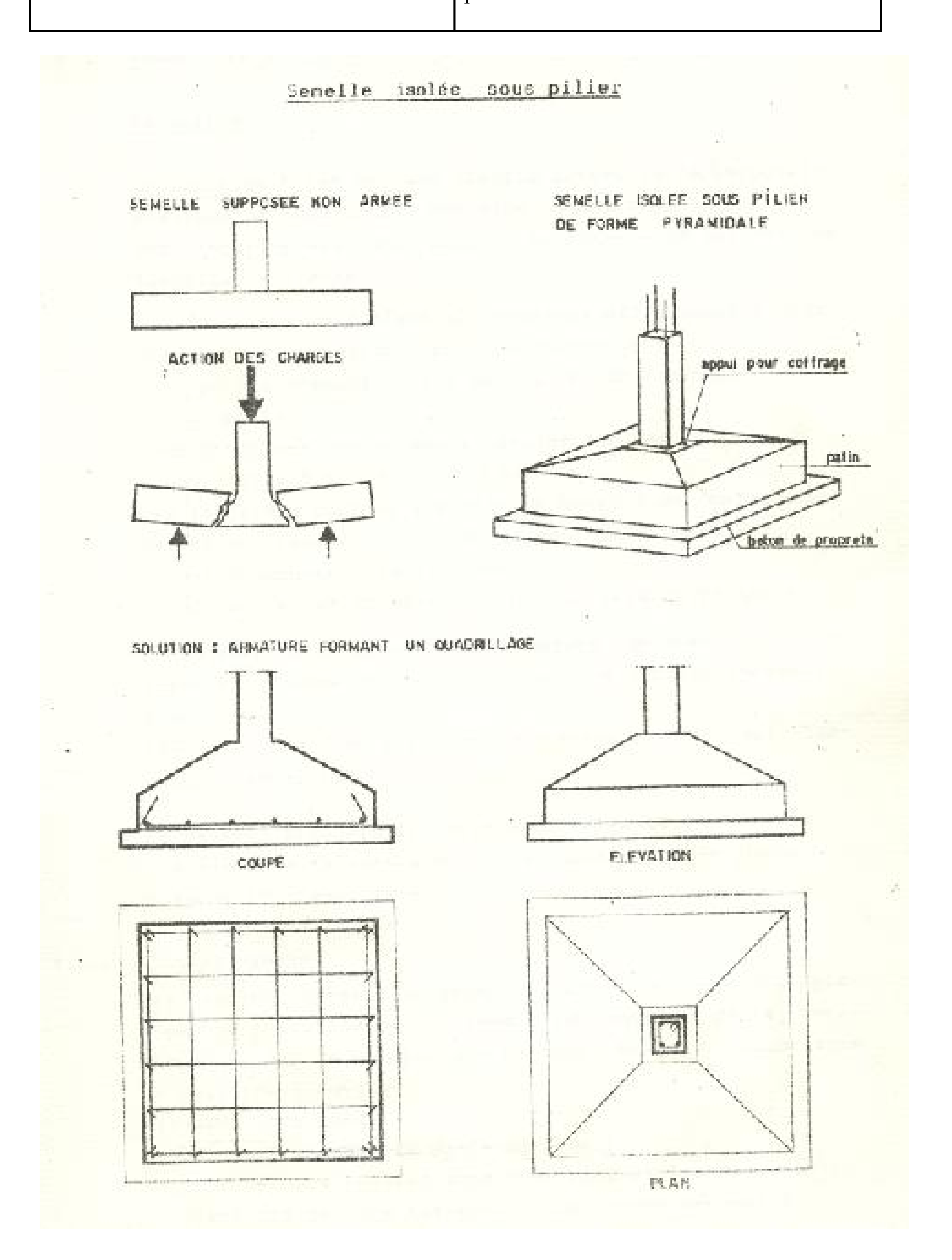
- De points d'appui isolés sur le sol de fondation (les plots).
- De longrines qui viennent reposer sur les plots (voir fig.3.2.1.3. p.12/3.11).

Les longrines portent les mure et servent de chaînage au niveau des Fondation. Elles peuvent aussi servir :

- Soit à supporter le plancher.
- Soit à limiter le dallage sur les rives du bâtiment.

Ce système est fréquemment employé, notamment sur les chantiers comprenant un grand nombre d'habitations semblables.
Les longrines sont alors préfabriquées en série aux longueurs souhaitées.

Ce système présente les avantages suivants :
- minimum de terrassement (uniquement pour les plots).
- Rapidité d'exécution.


Semelle isolée sous pilier
SEMELLE SUPPOSEE NON ARMEE
ACTION DES CHARGES
SEMELLE ISOLEE SOUS PILIER
DE FORME PYRAMIDALE
appui pour coffrage
patin
béton de propreté
SOLUTION : ARMATURE FORMANT UN QUADRILLAGE
COUPE
ELEVATION
PLAN

2- ***RADIER GENERALE :***

La radier général se présente sous la forme d'un plateau de fondation qui transmet les charges de la construction sur le sol par une surface égale ou supérieure à celle de l'ouvrage.

Il peut être constitué :
-Soit par une simple dalle épaisse.
-Soit par des poutres longitudinales et transversales liant les piliers porteurs et soutenant une dalle plus mince.

Cette solution peut être adoptée :
- lorsque le sol est peu résistant mais homogène.
- lorsque la surface de la construction est petite par rapport à sa hauteur ou à son poids (gratte_ ciel, silos, est ..) .
- lorsqu'on veut obtenir un sous-sol étanche pour une construction assise dans une nappe d'eau souterraine. (Voir fig. 3.2.2)

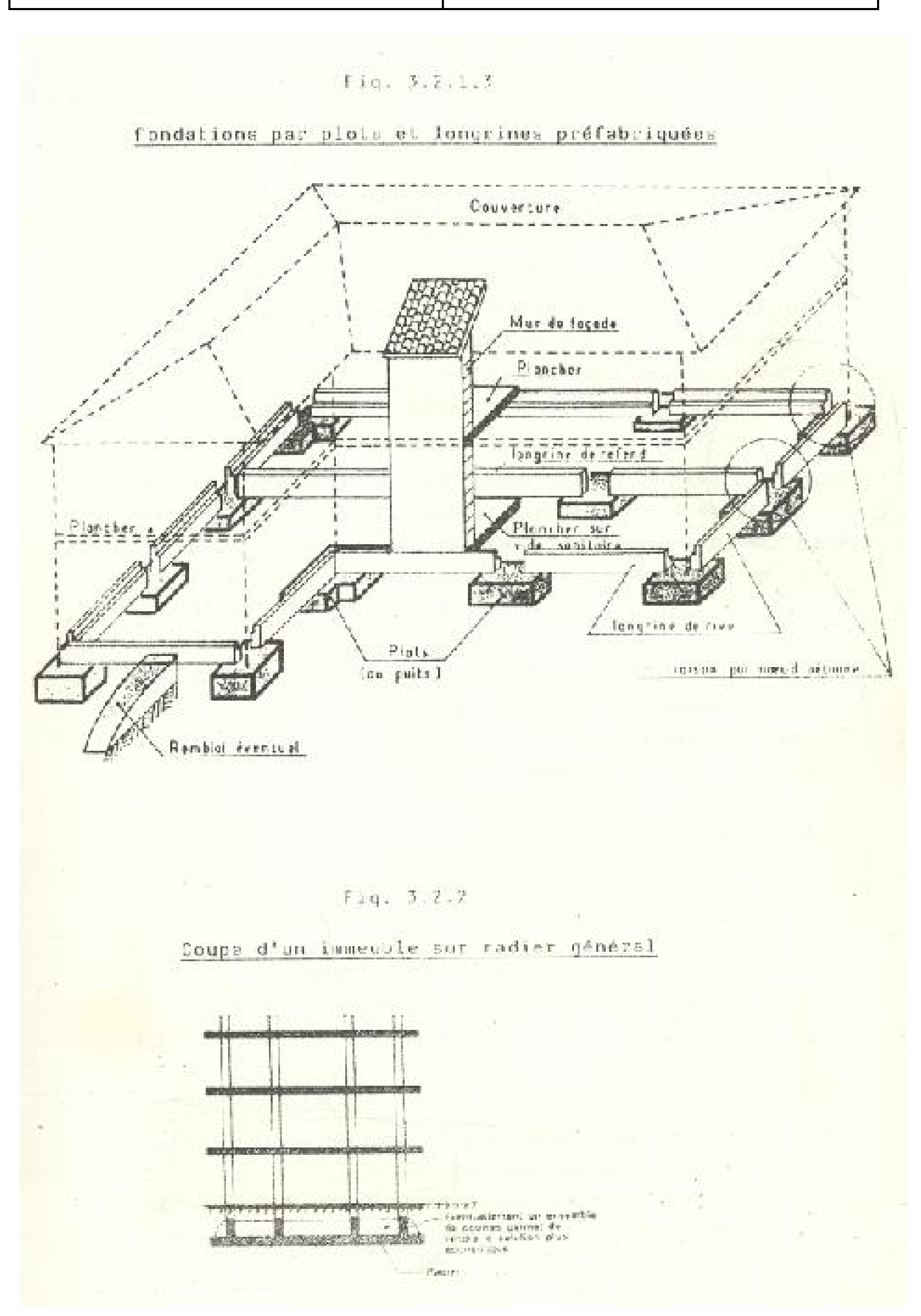
3- ***FONDATIONS PROFONDES :***

Lorsque le bon sol se trouve à plusieurs mètres de profondeur il serait
Trop coûteux de descendre des fondations classiques à la profondeur voulue à cause :
- du volume de terres à enlever ;
- des étayages à mettre en place ;
- de la difficulté d'exécution de telles fouilles.

On fait alors reporter la charge sur le bon sol par des points d'appui séparés. On distingue deux procédés :

- les « puits » : on creuse des « puits » de 1 m au moins de diamètre jusqu'au bon sol et on les remplit d'un béton non armé qui sert de fondation ;
- les « pieux » : on enfonce dans le sol des éléments en béton armé d'un diamètre de +/- 40 cm et d'une longueur pouvant atteindre plus de 20 m si nécessaire .

Des longrines liant en tête ces pieux ou ces puits assurent à la maçonnerie une assise stable et plane .
L'étude des fondations profondes relève de l'ingénieur et se fait en liaison avec des firmes spécialisées, à la suite d'essais .


Fig. 3.2.1.3
fondations par plots et longrines préfabriquées
Couverture
Mur de façade
Plancher
longrine de refend
Plancher
Plancher sur vide sanitaire
Plots (ou puits)
longrine de rive
Remblai éventuel
Fig. 3.2.2
Coupe d'un immeuble sur radier général

C- DIFFERENTS ELEMENTS CONSTITUANTS UN BATIMENT

I/-LES MURS

1- FONCTIONS DES MURS :

On appelle murs les éléments porteurs verticaux, de section droite, très oblongue. Les cloisons, en revanche, n'ont aucune fonction portante.

En général : Murs **>** 15 cm **>** Cloisons

Les murs doivent remplir certaines fonctions et en permettre d'autres. Ils doivent notamment :

a) clore visuellement.

b) Permettre l'ensoleillement.

Nous allons créer des baies pour les fenêtres c-à-d, des Ouvertures ayant une surface **>** 1/6 de celle de la pièce.

a) Permettre la circulation des personnes et parfois des véhicules.

Nous allons créer des baies pour les portes.

b) Apporter un aspect esthétique acceptable

Nous veillerons donc aux formes et couleurs harmonieuses, dans le respect du site , par des type d'enduits colorés et d'appareillages de brique appropriés .

c) Porter les charges permanentes

Poids propre, plancher et couverture, ainsi que les surcharges sur Plancher et les surcharges climatiques.

d) Isoler thermiquement l'habitation

Nous pourrons améliorer l'isolation thermique à l'aide des murs creux et d'isolant d'épaisseur suffisante.

e) Isoler phonétiquement l'habitation

Nous devrons veiller à obtenir une masse suffisante du mur
Pour empêcher la pénétration des bruits extérieures dans l'habitation et la transmission des bruits des chocs.

f) Isoler hydriquement l'habitation

La pose d'un enduit hydrofuge assurera une étanchéité absolue à la pluie.
Les remontées d'humidité seront stoppées par un écran étanche.

g) Résister à la poussée du vent

Dans un site exposé, un mur peut subir une pression de 70daN/m²
La pose d'un chaînage renforcera la résistance du mur.

h) Résister au feu.

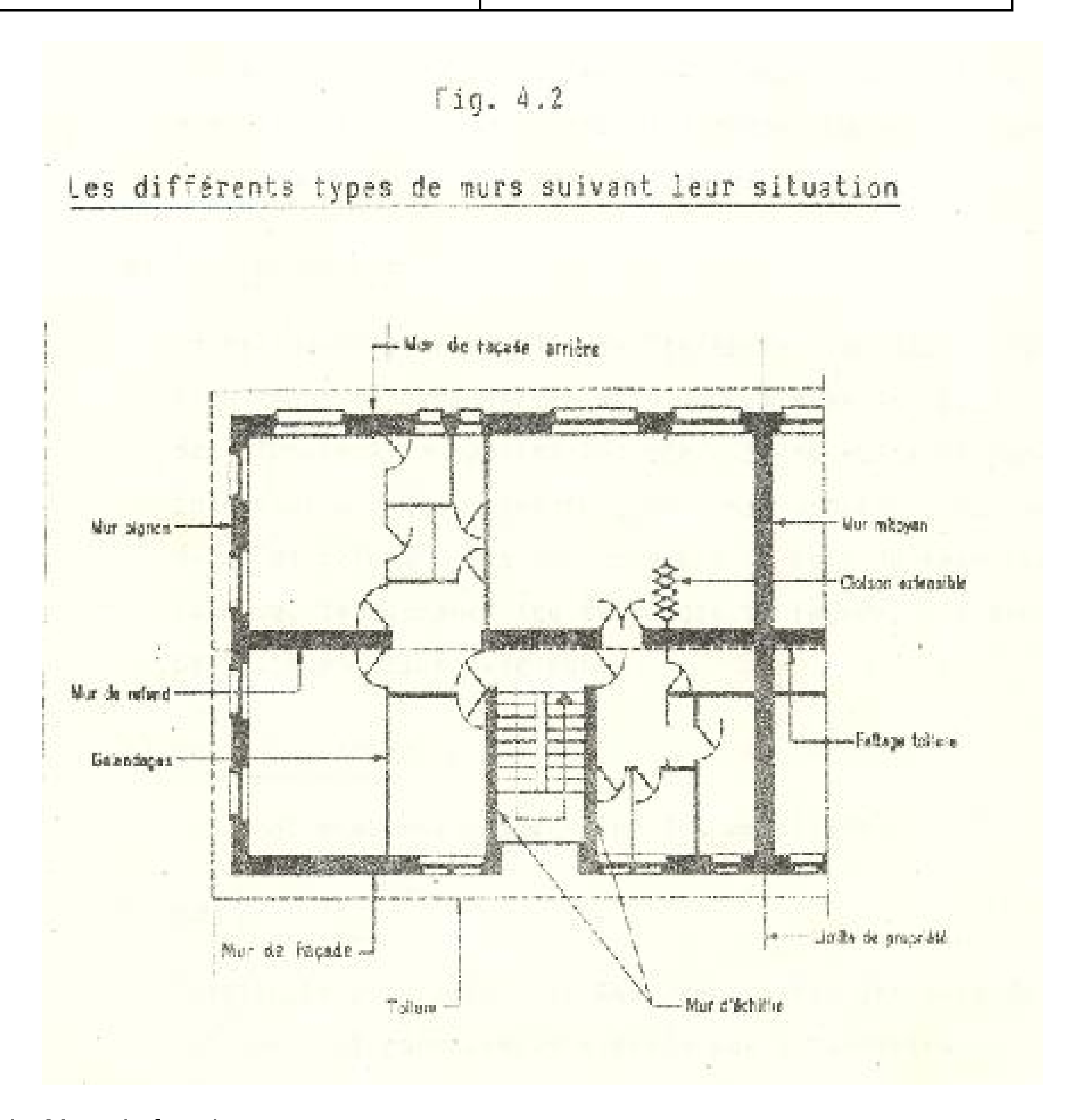
i) Durer longtemps.

j) Entre économique.

2- LES DIFFERENTS TYPES DE MURS :

La figure ci-après indique la terminologie adoptée pour les murs des bâtiments traditionnels, où ils constituent l'élément porteur intégral des planchers et assurent le contreventement de la construction.

Dans les immeubles de conception moderne les murs sont en quelque sorte des cloisons aux caractéristiques bien définies s'incorporant dans une ossature porteuse .cette ossature en béton armé ou en construction métallique, fait parfois appel aux murs pour réaliser son contreventement. Il convient de noter que la plupart des petits bâtiments (habitation, petites écoles, etc.) Peuvent être avantageusement construits avec des murs porteurs .en effet, la construction d'une ossature en béton coûte chère : elle demande une abondante main d'œuvre qualifiée et nécessite des matériaux onéreux : fer et le ciment. L'expérience montre qu'avec ce système, le gros –œuvre d'un bâtiment peut coûter beaucoup plus cher qu'avec le système « murs porteurs ».



A. Murs de façade :
   Le plus souvent parallèles à la rue, ils comportent des ouvertures : portes et fenêtres.
   S'ils sont porteurs, ils ont à supporter le poids des différents planchers et de leurs surcharges.

B. Murs pignons- Murs mitoyens :
   Le plus souvent perpendiculaires aux murs de façade, ils ont généralement la forme de la toiture (droite ou en pointe). Comportant moins de baies que les b murs de façade, ils ont à supporter le conduit de fumée et les gaines de ventilation.
   Dans les agglomérations il n'est pas rare qu'un pignon appartienne à deux propriétaires. Il est alors mitoyen.

C. Murs de façade arrière :
   On ne recherche pas pour ceux-ci l'esthétique indispensable aux murs de façade sur rue . Souvent parallèle aux premiers, ils supportent les même charges et par fois des conduits de fumée et gaine diverses.

D. Murs de refend :
   Il est souvent nécessaire de « refendre » les bâtiments trop longs ou trop larges de diminuer la portée des planchers , supporter les conduits de fumée et par fois soutenir la charpente ; on construit alors des murs dits « de refend ». Ils ont en outre un rôle de raidisseur puisque, rejoignant les deux murs de façade, ils sont parfaitement liés avec eux.

E. Murs d'échiffre :
   Ils sont destinés à supporter les escaliers.

F. Murs de clôture :
   Construits pour délimiter les propriétés, les murs de clôture sont constamment exposés aux intempéries.
   Ils doivent être recouvert d'un couronnement ou chaperon. Ce chaperon est destiné à empêcher les eaux de pénétrer dans le mur.
   L'épaisseur des murs de clôture varie en fonction de leur hauteur et leur longueur, des renforts ou contreforts qu'ils peuvent recevoir, ainsi que des matériaux employés à leur réalisation.
   La hauteur de ces murs dépend des règlements locaux, de leur situation et de leur destination.
   Les murs préfabriqués sont le plus souvent composés de poteau de béton armé , de section variable, comportant sur deux faces des rainures dans lesquelles sont glissées .les plaques également préfabriquées composant le corps du mur .
   Ils ont l'avantage d'être montés beaucoup plus rapidement, leur faible épaisseur permet une meilleure utilisation du terrain, ils peuvent être mis en place par des « armatures » et ils sont récupérables mais ils ne sont pas esthétiques.
   La poussée du vent sur un mur de clôture peut paraître négligeable. Il n'en est rien :
   Ainsi : si un vent faible n'exerce qu'une poussée de 2 daN/m², un vent fort atteint de 20 à 30 daN/m² une tempête peut produire une poussée de 80 daN/m² et un cyclone plus de 250 daN/m².
   C'est pourquoi, dans certains cas , il est prudent de faire de distance en distance , des contreforts qui augmentent la stabilité de l'ouvrage .

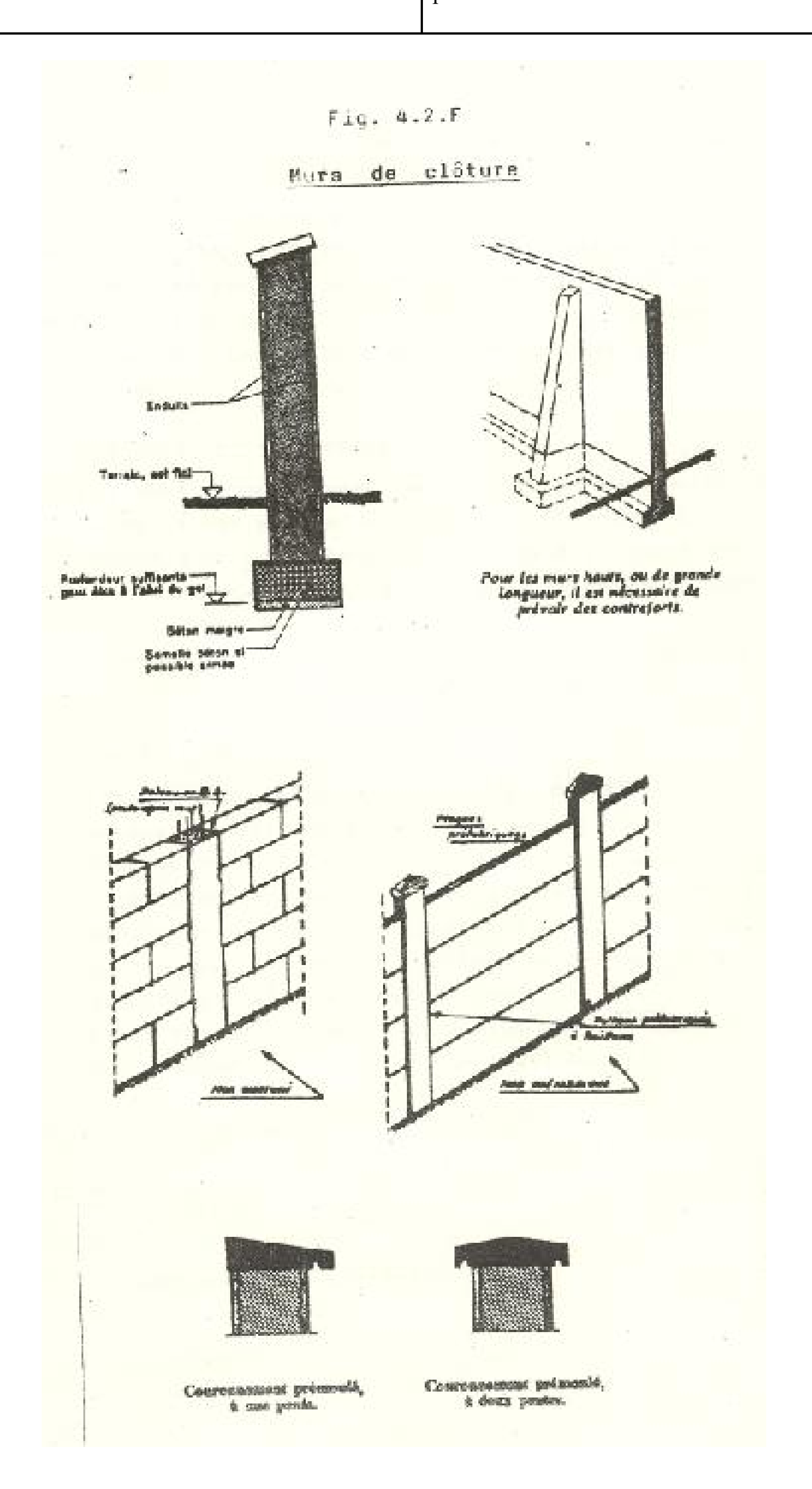


Fig. 4.2.F
Murs de clôture
Enduits
Béton maigre
Pour les murs hauts, ou de grande longueur, il est nécessaire de prévoir des contreforts.
Couronnement prémoulé, à une pente.
Couronnement prémoulé, à deux pentes.

G. Les murs de soutènement

Les murs de soutènement sont destinés à supporter latéralement une poussée des terres ou le renverser.
L ' inclinaison est en rapport avec le talus naturel formé par les terres qu'il doit soutenir.

Les murs de cave
Ils ont à supporter tout le poids du bâtiment et ses surcharges, et constituent une partie ou toutes les fondations de celui-ci.
En plus des charges verticales énumérées ci dessus, ils subissent les poussées latérales des terres appuyées contre leur parement extérieur. Ce dernier point les rend comparables aux murs de soutènement.
Ces murs sont construits le plus souvent en maçonnerie de moellons durs et résistants à l'humidité.

3- MACONNERIES DE BRIQUES ET DE BLOCS :

3-1 Généralités

On distingue :

-La maçonnerie non portante.
-La maçonnerie portante.

La maçonnerie est dite « non portante » lorsqu'elle est utilisée comme remplissage dans une ossature en béton armé ou en métal. Les seules charges qu'elle supporte sont son poids propre et éventuellement le poids des appareils accrochés aux murs.
La maçonnerie est « portante » lorsque des charges autres que son poids propre peuvent être appliquées à la maçonnerie.
Les briques ou blocs mis en œuvre doivent être d'aspect sain et sans cassure importante.
Les brique et les blocs sont posés à plein bain de mortier .tous les joints horizontaux et verticaux sont remplis de mortier, les joints ont une épaisseur uniforme de 8 à 12 mm.
Généralement, les maçonneries de parement sont exécutées avec rejointoyage ultérieur.
Les murs sont exécutés d'aplomb et bien plans.
Les assises doivent être horizontales.

3-2 Les appareillages :

3-2-1 Définitions et but :

L'appareillage est la façon dont les brique sont disposée dans un mur ou cloison un appareillage doit :
-assurer une bonne liaison à la maçonnerie.
-assurer une bonne répartition des charges.
-donne un effet esthétique dans le parement des murs.

3-2-2 Condition d'un bon appareillage :

L'appareillage de la maçonnerie doit satisfaire à plusieurs

- les joints verticaux sont décalés entre assises contiguës.
  conditions :
- il est conseillé de ne pas maçonner avec des morceaux de dimensions moindres que celles d'un demi-élément.
- aux croisements et aux jonctions, il faut que l'appareillage assure la liaison entre murs perpendiculaires.
- l'emploi de différents types de matériaux dans une même maçonnerie doit être évité.

3-2-3 Epaisseur des murs :

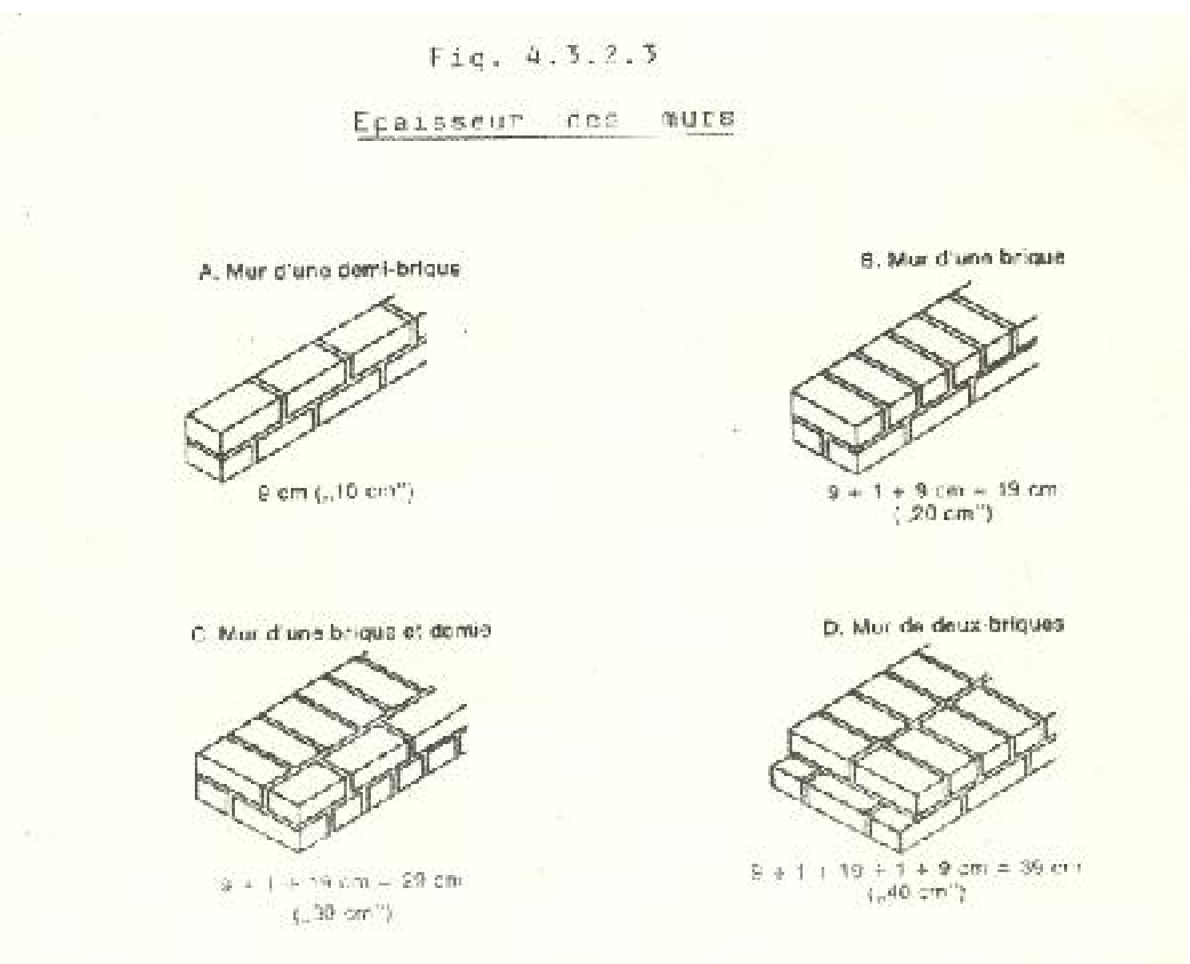
L' unité de l'épaisseur d'un mur de brique est la panneresse.

Si la largeur d'une brique est de 9 cm et longueur est de 19 cm , tandis que l'épaisseur du joint est de 1 cm , l'épaisseur ;

* d'un mur d'une demi –brique sera de 9 cm. .
* d'un mur d'une brique sera de 19 cm.
* d'un mur d'une brique et demie sera de 29 cm.
* d'un mur de deux briques de 39 cm.

Il convient de rappeler que les dimension d'une brique normalisée doivent tenir compte de l'épaisseur des joints : la panneresse doit être égale à deux boutisses plus l'épaisseur du joint.

Sinon, il est impossible d'exécuter correctement une maçonnerie d'une largeur ou de deux briques.

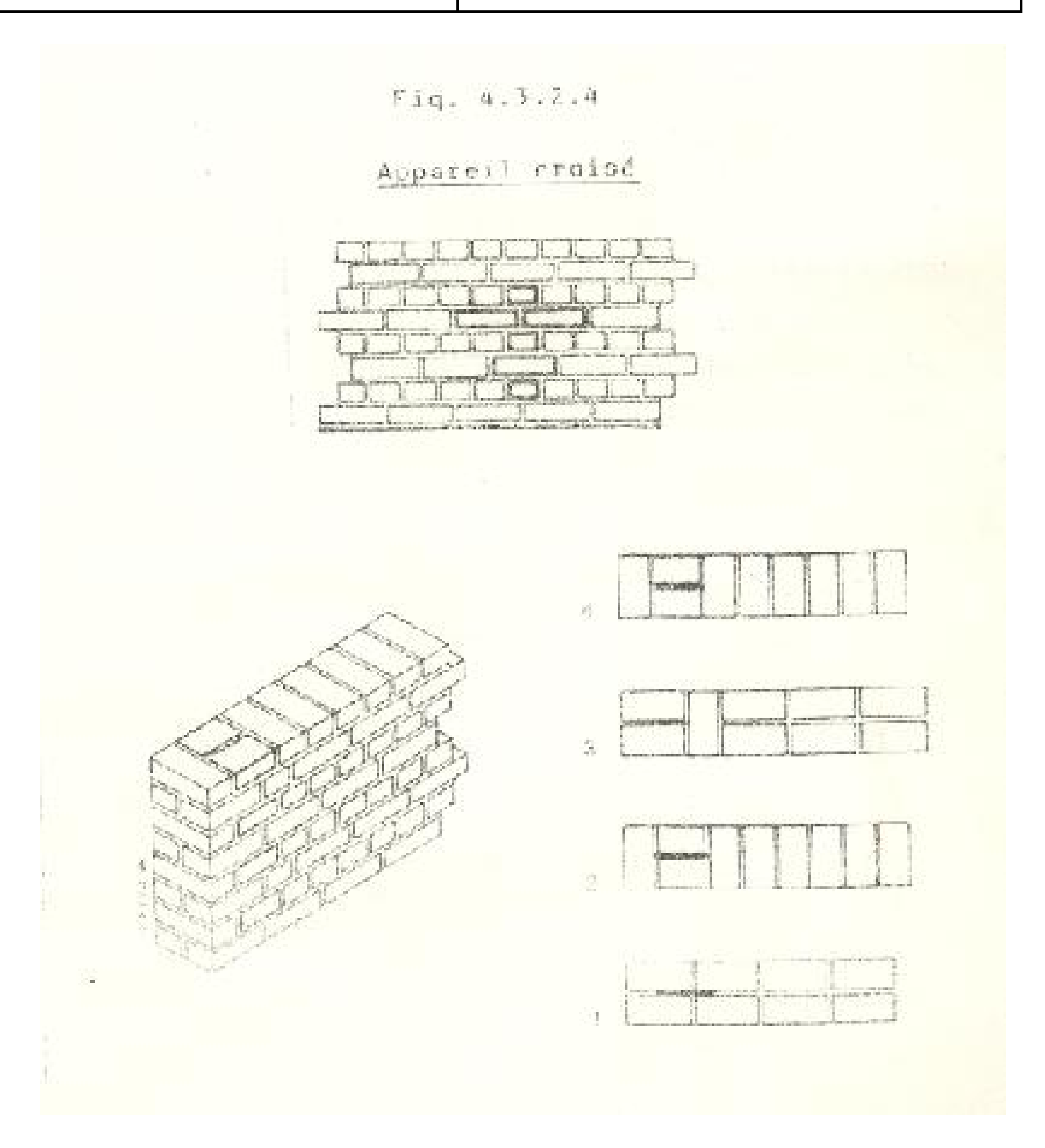


3-2-4 -Exemple d'appareillage : appareil croisé :

- les assises de boutisses et de panneresses alternent .
- les boutisses se superposent.
- D'une assise de panneresses à l'auteur les panneresses sont décalées latéralement d'une demi-brique.
- Les joints verticaux sont décalés d'un quart de brique entre les assises successives de boutisses et de panneresses.

-les murs de plus d'une brique dont l'épaisseur comporte un nombre impair de demi-brique font apparaître dans une même assise la panneresse dans un parement et la boutisse dans l'autre .

- les trois –quarts de brique nécessaires à la réalisation de l'appareillage se trouvent après la première



4- CONCEPTION DES MURS :

4-1 Type de murs extérieurs **:**

4-1-1 Mur composite avec lame d'aire :

Le mur composite ou double mur est constitué :

- d'un parement extérieur en brique ou autre matériau décoratif.
- d'un vide intermédiaire de 5 cm.
- d'une paroi intérieur en blocs maçonnés. Afin d'obtenir une bonne isolation thermique, les épaisseurs 19 cm et 24 cm sont indiquées (voir fig. 4.4.4.1 A)

C'est le type classique de mur utilisé pour les habitations, villas, immeubles, écoles, clinique … le rôle essentiel du vide intermédiaire est d'empêcher le passage par contact de l'humidité extérieure vers la paroi intérieure.

Les crochets de liaison entre parement et paroi intérieure, prévus Au nombre de 5 par m², sont placés dans les joints, horizontalement ou en pente vers l'extérieur, de façon à ce que l'eau de pénétration soit rejetée vers l'extérieur.

Il est conseillé de ventiler la lame d'air pour diminuer les risques de condensation dans le creux du mur. Une couche isolante est parfois ajoutée dans ce vide afin d'obtenir une meilleure isolation thermique (voir fig. 4.4.1.1.B, p.4.12).

4-1-2 Mur composite sans lame d'aire :

Il comprend :

- un parement extérieur en briques ou autre matériau décoratif.
- Une paroi intérieure en blocs de 19 ou 24 cm d'épaisseur.

4-1-3 mur plein en blocs maçonnés :

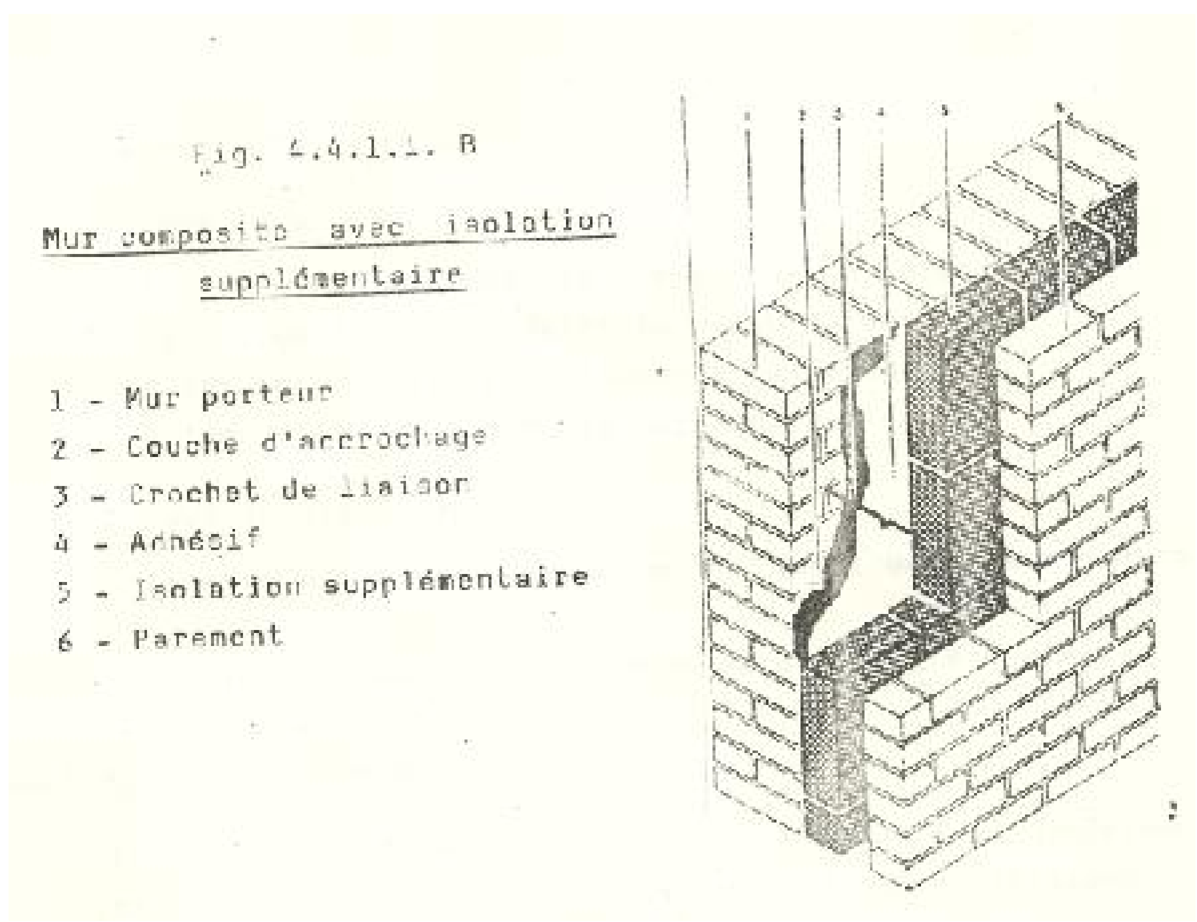
A l'extérieur et suivant la destination du bâtiment, les blocs restent apparents où reçoivent une protection contre les intempéries.

Quelque soit le type de mur choisi, il est indispensable de placer un feutre bitumé (roofing) à sa base pour arrêter l'humidité ascensionnelle.

4-2 liaisons béton- maçonnerie :

4-2-1 Dispositions constructives :

Le retrait hydraulique du béton lourd est de l'ordre de 0.5 mm par m.
D'autre part, il est sensible aux variations de température. Pour un refroidissement de 10° C, le raccourcissement du béton est d'environ 0.1 mm par mètre.
Ce mouvement est réversible et un réchauffement entraîne la dilatation du béton.
Ces mouvements peuvent créer des contraintes importantes dans la maçonnerie.



Il faut notamment veiller :

d) sur le plan conception :

- à réduire au maximum les dimensions des éléments en béton, de façon à réduire la masse du béton.
- à les soustraire aux influence climatiques.
- à les désolidariser de la maçonnerie.

e) sur le plan exécution :

- à les munir d'un ferraillage suffisant destiné à contrarier le retrait.
- à les fabriquer avec un béton de plasticité correcte.

4-2-2 Cas d'application :

Ces principes trouvent leur application dans la jonction de la maçonnerie avec des éléments tels que : toitures, terrasses, acrotères, allèges, planchers, poutres réparation, chaînages , linteaux....

Toiture-terrasses

Les toitures –terrasses en béton seront posées sur les maçonneries avec interposition d'un feutre bitumé (roofing) ou de tout autre matériau élastique. Elles seront isolées extérieurement par un isolant spécifique ou béton de pente isolant.
Des joints de dilatation doivent être prévus dans le cas de dalles grandes dimensions.

Acrotères

Les acrotères, poutre de couronnement et corniches en béton, sont isolés au même titre que les toitures.

Allègues

On désolidarise les allèges du gros- œuvre en garnissant les logements des allègue, avant coulage du béton, de plaques d'agglomérés ou de fibres végétales ou de bandes de polystyrène expansé.

Planchers

Les planchers qui s'appuient sur les murs extérieurs sont isolés thermiquement par des blocs de 7 cm d'épaisseur.
L'interposition d'un feutre-bitumé (roofing) entre plancher et gros-œuvre est conseillée. Il en ce même pour les murs intérieurs. (Voir fig.1.1.2.2).

4-4-3 Murs ossatures :

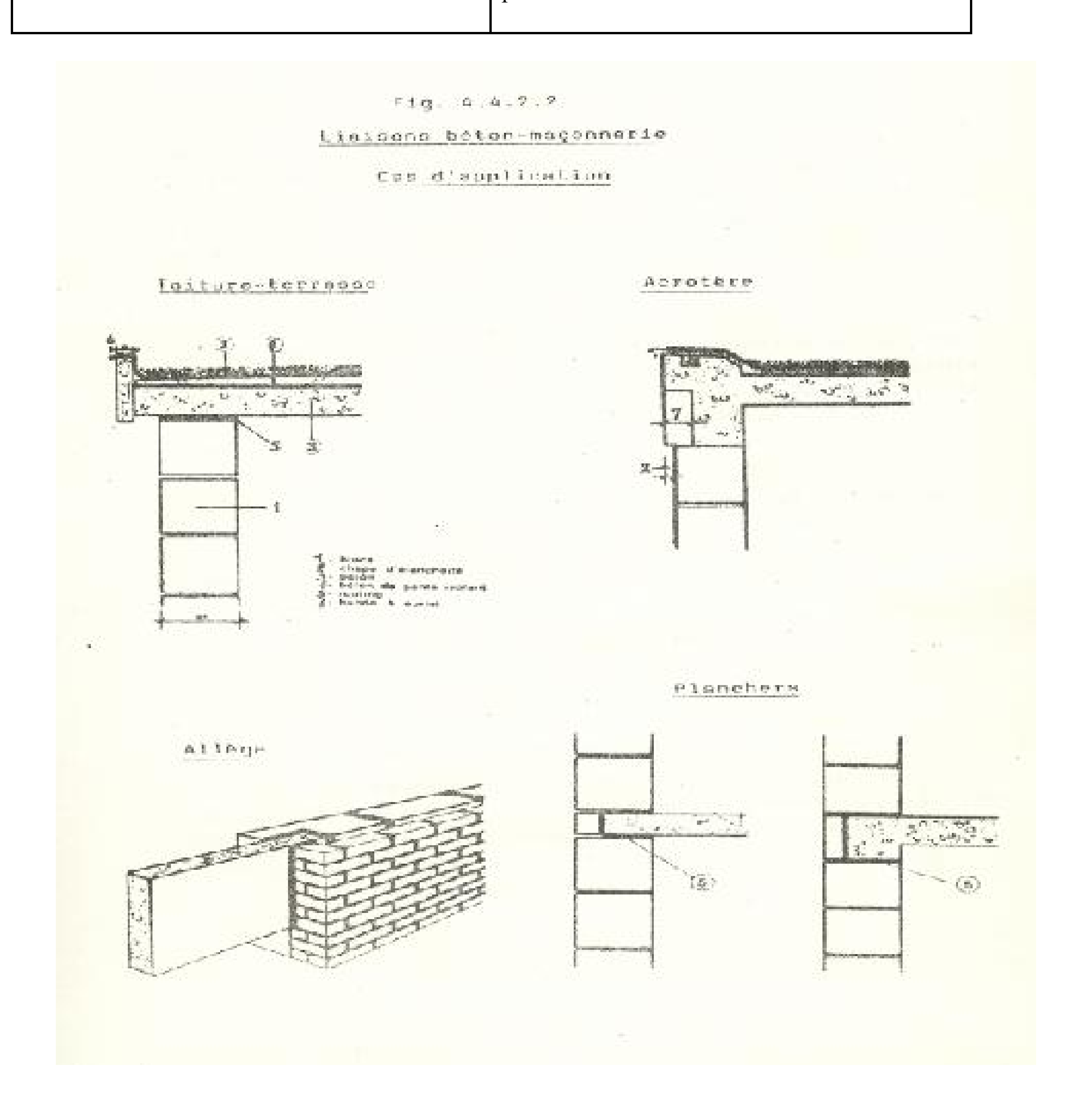
tandis que dans la construction traditionnelle le mur est un élément porteur, la tendance actuelle de l'architecture est de construire les bâtiments au moyen de poteaux et de poutres. Les murs ne trouvent une fonction que dans les étages situés sous le niveau du sol . parfois encore , ils sont employés à la réalisation on des contreventements.

Les murs de façade sont souvent remplacés par des panneaux de façade ou des murs-rideaux. Ceux-ci, entièrement préfabriqués, plein ou vitrés, sont accrochés à l'ossature dans le but d'offrir une protection thermique et phonique suffisante.

Les avantages principaux de cette conception sont :

- le gain de la surface habitable.
- Le gain de la surface habitable.
- La légèreté.
- La faible quantité d'eau apportée dans la construction.

Mais ce type de construction ne se justifie que pour des immeubles importants . Comme déjà dit précédemment, pour des petits immeubles, le système de construction avec murs porteurs est moins cher.



Liaisons béton-maçonnerie
Cas d'application
Toiture-terrasse
Acrotère
Planchers
Allège

II/LES CLOISONS

1- *DEFINITION :*

Les cloisons sont des parois de faible épaisseur dont la fonction est uniquement séparatrice et non portante.
Leur rôle principal est de diviser l'intérieur d'un bâtiment.
Elles sont liées aux murs de la construction mais leur structure ne leur permet pas de jouer un rôle de raidisseur, ni de stabilisateur .

2- *DIFFERENTS TYPES DES CLOISONS :*

a) Cloisons légères entre poteaux :

En carreaux de plâtre entre poteaux : épaisseur 4 à 6 cm, enduits ou non d'après le carreau employé.
- En brique plâtrières creuses : épaisseur avec enduit : 5 cm .maintenue entre poteaux de bois.
- En briques pleines posées sur champ qui donnent une cloison finie de 7 cm d'épaisseur environ.

b) Cloisons sans poteaux :

L'industrie produit des agglomérés de ciment dont l'épaisseur est de 7.5 cm , qui fournissent une cloison de 10 cm enduit compris.

c) Cloisons amovibles :

Il s'agit de cloisons légères amovibles, permettant de transformer suivant les besoins la distribution intérieure d'un appartement, d'un magasin ou d'un bureau.
Citons parmi celles –ci :
- les cloisons en fibres de bois agglomérées.
- les cloisons en coupeaux agglomérés.
- Les cloisons en amiante ciment
- Les cloisons par panneaux métalliques.

d) les cloisons translucides en brique de verre :

Elles sont constituées par des briques de verre posées sur du mortier armé ou du plâtre.

3- *LIAISONS CLOISONS- STRUCTURES PORTANTES :*

Etant encadrée par des planchers bas et hauts, et latéralement par des colonnes ou des murs, la cloison est dépendante du comportement de ces éléments.

3-1 Comportement de la structure portante :

Dans les immeubles à plusieurs étages les structures en béton armé ne sont pas totalement rigides. Deux facteurs influencent en effet leur comportement :

- le fluage, caractéristique propre au béton.
- Les variations de température, cause externe.

a) fluage du béton :

Le fluage du béton est une déformation lente de celui-ci dans le temps, sous charge permanente. Il se prolonge pendant plusieurs années et son ampleur finale est trois fois plus élevée que la déformation instantanée qui se produit lors de la mise sous charge.

La flexion excessive des planchers ou des poutres due au fluage peut provoquer des désordres dans les cloisons.

Ces désordres se traduisent par des fissures caractéristiques : horizontales ou à 45 (en escalier).dans les cas extrêmes, l'ouverture
Des fissures peuvent attendre un centimètre.

b) <u>variation de température</u>

Les dilatations des colonnes extérieures apparentes, entraînées par les variations de température, sont préjudiciables à la bonne tenue des cloisons.

Les toitures sont également sujettes à forte dilatation

Dans le cas de toitures-terrasses, l'étanchéité (produit noir) peut amener facilement la dalle porteuse à une température de 100°C. Si celle _ci n'est pas isolée de façon efficace ,il en résultera des déformations importantes qui entraîneront des désordres dans les cloisons et murs des derniers étages .

3-2 <u>précautions à prendre :</u>

Les précautions à prendre pour assurer la bonne tenue des cloisons intéressent aussi bien les éléments porteurs que les cloisons elles-mêmes.

a) <u>éléments porteurs</u> :

Deux aspects sont à prendre en considération : la charge et la raideur des éléments porteurs.

-charge : dans le calcul de la charge d'un plancher, il faut tenir compte :

1- des points morts de ce plancher.
2- des charges permanentes.
3- de la surcharge d'utilisation.

- raideur : il faut que les planchers et les poutres qui supportent des cloisons aient Une raideur suffisante.

La hauteur a une influence déterminante sur la flèche :
Plus la hauteur du plancher ou de la poutre sera grande par rapport à la portée, plus la flèche sera faible.

b) <u>cloisons :</u>

Deux règles fondamentales doivent être observées :

-créer des sections indépendantes dans les cloisons de longueur supérieure à 8 mètres .

- dissocier les cloisons de la structure portante.

Cette dissociation est obtenue de différentes manières :

- la première rangée de blocs est posée sur un matériau compressible de 2 cm d'épaisseur.
- Le joint supérieur est fermé une matière adhésive ayant une certaine plasticité.
- La séparation de la cloison des colonnes est réalisée de fait ,il suffit alors de rejointoyer le joint vertical avec un produit adéquat

3-3 Maçonnerie armée :

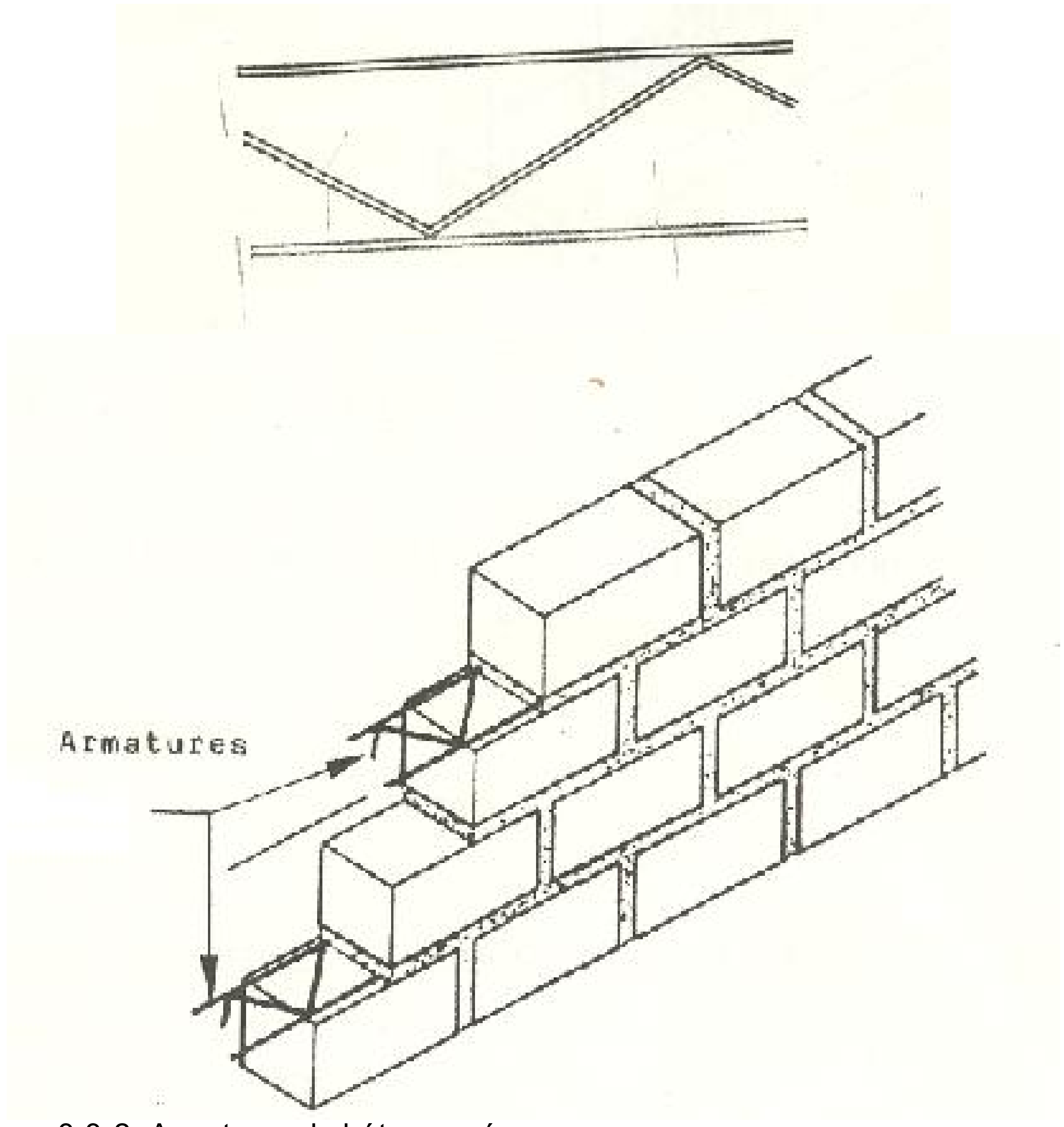
Il est parfois nécessaire de renforcer une cloison (manque de place pour un mur plus épais, charges sur la cloison, etc.….) dans ce cas, on arme la cloisons.
La résistance de la maçonnerie en compression, en flexion et en traction peut être sensiblement augmentée en armant celle_ci. La présence des armatures diminue également les risques de fissures provoquées par les variations dimensionnelles des murs (gonflement, retrait).

Les murs simples en maçonnerie de brique avec armatures préfabriquées légères espacées de 20 à 40 cm présentent une résistance d'environ 20% supérieure à celle d'un mur identique non armé.
Lorsque la maçonnerie est armée dans ensemble, une assise au moins sur deux comporte des armatures.

Deux types d'armatures sont utilisés :

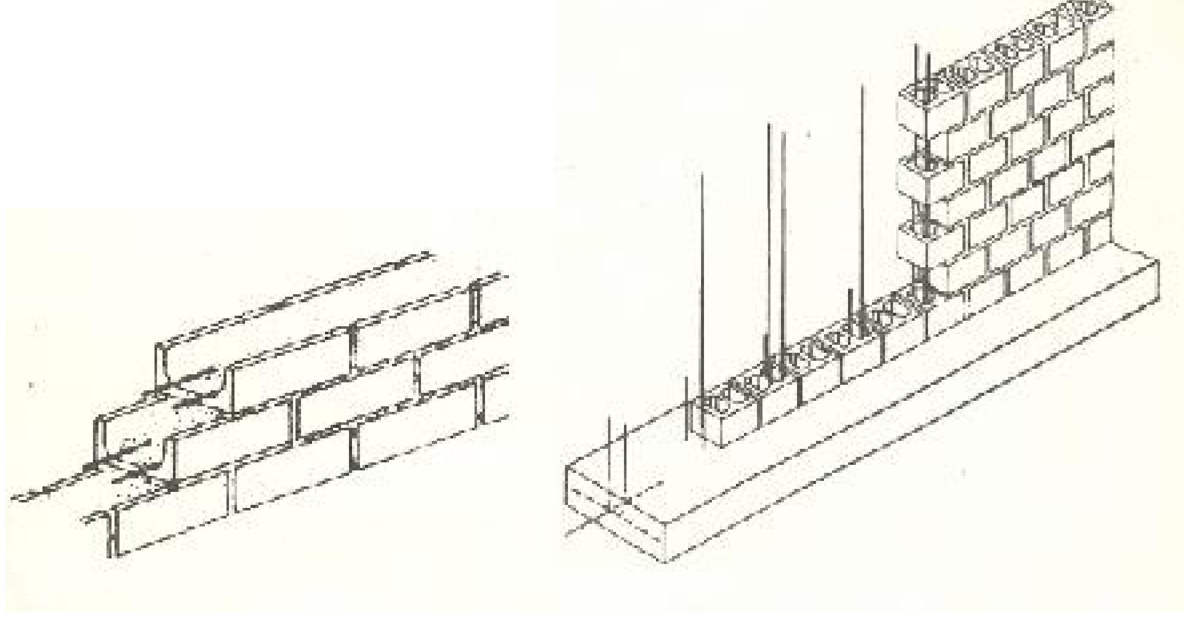
3-3-1 armatures préfabriquées :

Elles sont en général composées de 2 fils longitudinaux de 4 à 10 mm de diamètre reliés une diagonale de 4 mm de diamètre .
Les armatures sont logées dans les joints horizontaux de la maçonnerie.



3-3-2 Armatures de béton armé :

Des armatures pour béton armé peuvent également être logées dans la maçonnerie, soit horizontalement, soit verticalement.



3-4 Maçonnerie en pierres naturelles :

La maçonnerie en pierres naturelles est un assemblage d'élément , taillés ou non, réunis le plus souvent par un mortier .

On distingue :
- les maçonneries en moellons.
- les maçonneries en pierres en pierres de taille.

3-4-1 Maçonnerie en moellons – types d'appareillage :

On considère comme moellons les pierres pouvant être manipulées par un seul homme.

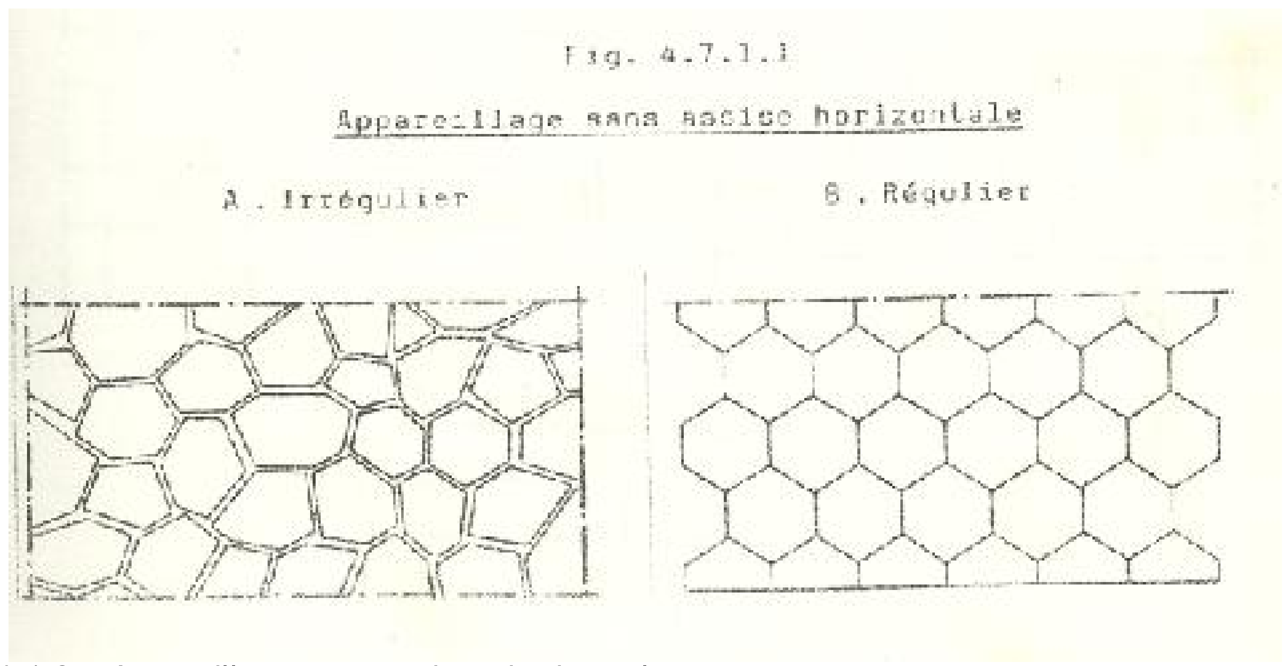
3-4-1-1 Appareillage sans assise horizontale :

a) joint polygonaux irréguliers (opus incertain) :

Les faces visibles sont taillées sommairement . il faut éviter le prolongement des joints et leur superposition, de même que les joints horizontaux et verticaux.

b) Mosaïque hexagonale :

Cet appareillage diffère du précédent par las régularité des moellons employés .Ceux –ci sont pré taillés aux mêmes dimension d' après gabarit hexagonal.



3-4-1-2 Appareillage avec assises horizontales :

Les dimensions de ses moellons sont :

- hauteur : 12 cm jusqu'à 35 cm.
- Longueur : 1.5 à 4 fois la hauteur.

a) mosaïque assisée irrégulière :

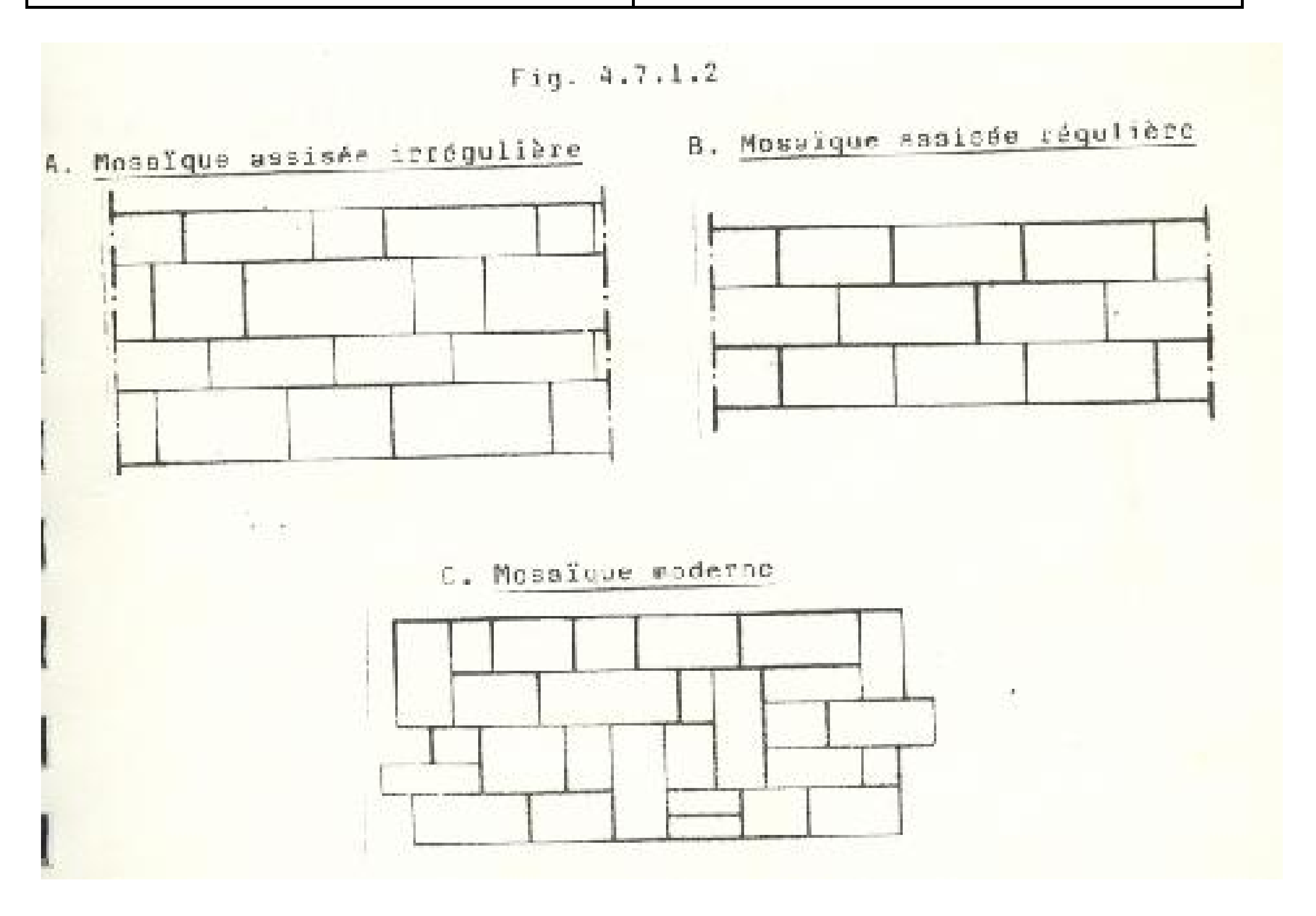
Les assises successives n'ont pas la même hauteur. Les arêtes sont vives et chaque moellon est taillé parfaitement d'équerre sur sa face de parement.

b) Mosaïque assisée régulière.

Les assises ont la même hauteur. Les moellons sont équarris.

c) Mosaïque moderne :

Des pierres verticale coupent 2 ou 3 assises. Les pierres ne doivent pas être trop rapprochées.



3-4-2 maçonnerie en pierres de taille :

les éléments de pierre de taille sont des blocs dont le volume dépasse 1/15 de mètre cube . Il n'est donc pas possible pour un homme seul d'en assurer la mise en œuvre.

La maçonnerie est montée suivant un plan d'appareil établi par l'architecte. Il s'agit d'une maçonnerie très soignée utilisée notamment dans certaines constructions de qualité édifices publics, etc.

3-4-3 Exécution de la maçonnerie en pierres :

Il est nécessaire que chaque maçon ait à sa disposition et sous la main un assez grand choit de pierres.

Chaque pierre doit être soigneusement a jutée entre les pierres voisines.
L'épaisseur des joints doit être régulière et limitée à :

- 4 cm pour les moellons non équarris.
- 1 à 2 cm pour la maçonnerie en pierres de taille.

3-5 Maçonnerie mixte avec parement en pierres naturelles ou artificielles

3-5-1 Définition :

Les maçonneries mixtes avec parement en pierre naturelles ou artificielles sont généralement composées :

a. d'une partie porteuse (souvent réalisée en briques ou en béton) ;
b. d'un revêtement réalisé en pierres naturelles ou artificielles ;
c. ce revêtement est accroché à la partie porteuse par des agrafes.

3-5-2 partie porteuse

La partie porteuse est généralement constituée d'un mur de briques ou de béton. Elle doit être assez résistante :
-pour supporter en plus des charges habituelles le poids des plaques de revêtement ;
-pour permettre un scellement efficace des agrafes.

3-5-3 Le revêtement

Il existe une grande variété de pierres naturelles ou artificielles susceptibles d'être employées en revêtement : (chacune a ses caractéristiques propres (aspect esthétique, protection, etc.) qui en font son attrait.
Compte tenu du poids de la pierre et de l'expérience, il est conseillé de ne pas mettre en œuvre des plaques dont la surface dépasse 40dm2 (ex : 50 cm x 80 cm).

Les plaques de pierre sont accrochées au mur par des agrafes qui sont des pièces métalliques spécialement conçues pour ce genre d'accrochage.
Les trous de logement destinés aux agrafes sont réalisés mécaniquement à la foreuse.

3-5-4 Les agrafes

Elles sont des formes très variées : crochets, pattes d'ancrage, goujons etc. Bien plus que le mortier, les agrafes constituent l'élément primordial de support et de fixation des dalles. Aussi doivent –elles avoir certaines qualités indispensables :

a. Inaltérabilité : c'est-à-dire inoxydable et inattaquable par les agents chimiques qui peuvent être véhiculés par l'eau.

b. Elasticité : les agrafes doivent suivre sans danger les déformations relatives des éléments en présence.

c. Résistance à la flexion et à la traction : les agrafes sont souvent réalisées en acier inoxydable, en acier à haute résistance recouvert d'une couche protectrice, en bronze ou en cuivre.

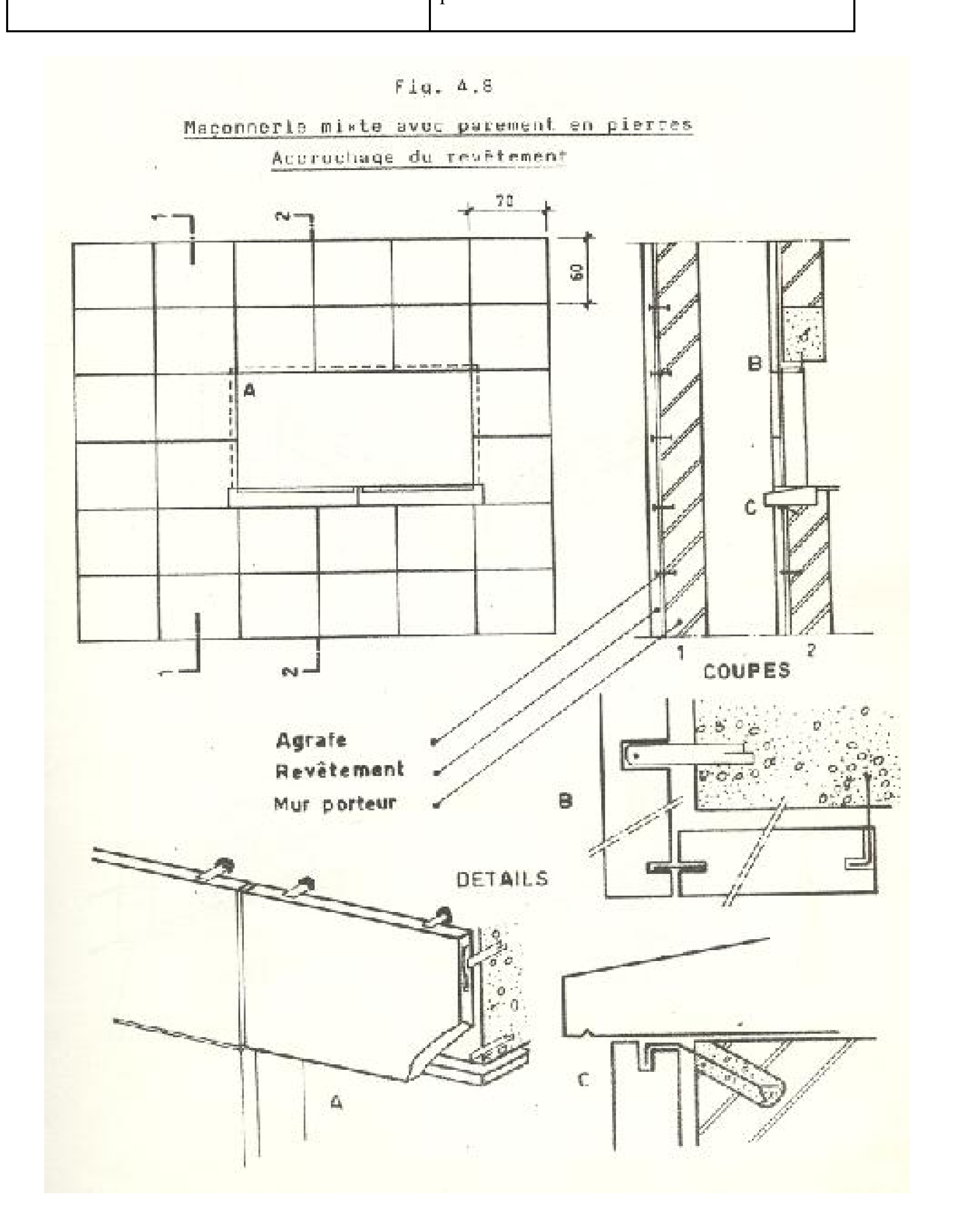


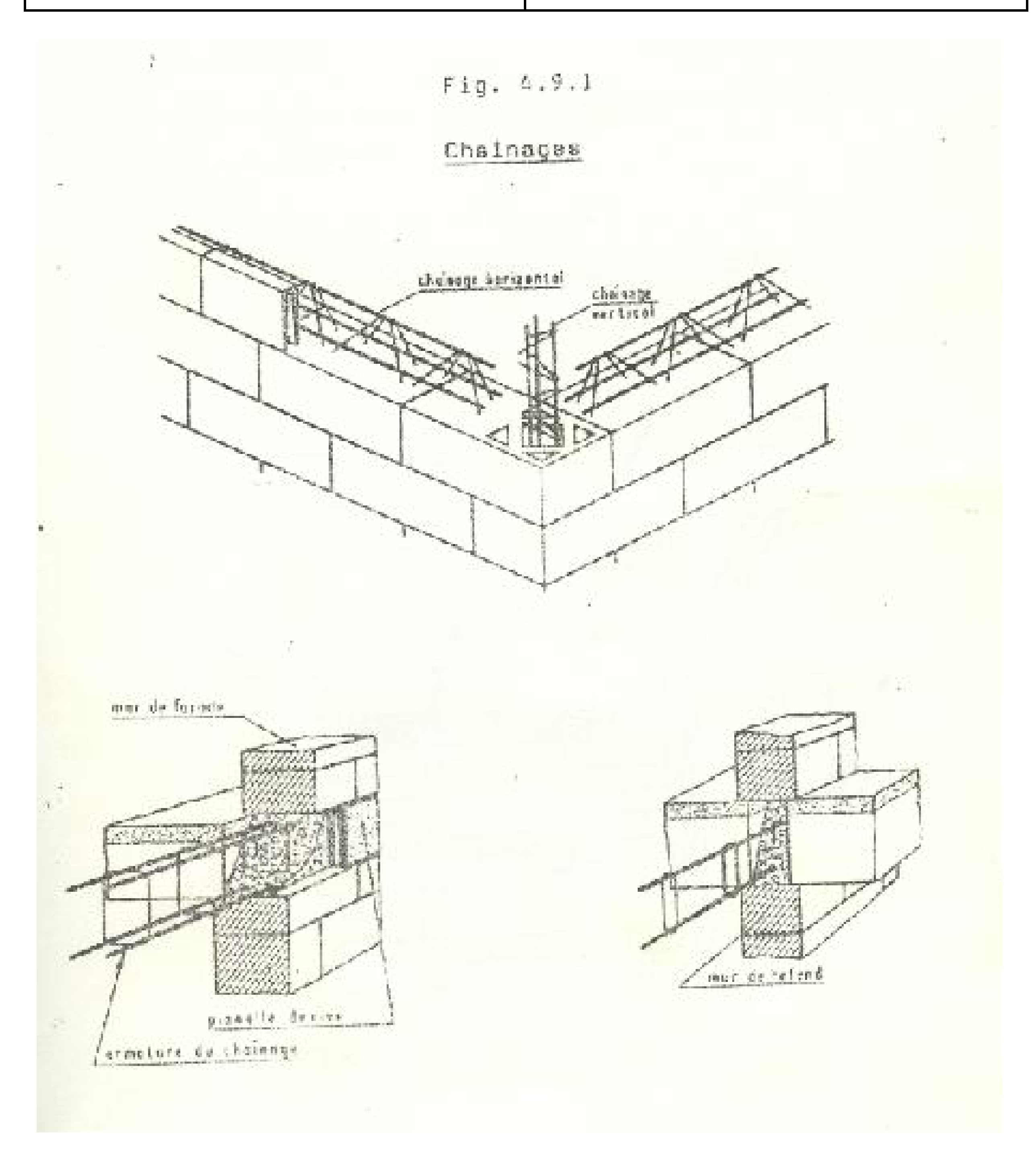
Fig. 4.8
Maçonnerie mixte avec parement en pierres
Accrochage du revêtement
70
60
A
B
C
1
2
COUPES
Agrafe
Revêtement
Mur porteur
B
DETAILS
A
C

III/-LES CHAINAGES

1- ***DEFINITION***

Les chaînages sont les éléments de liaison entre les différents composants du gros œuvre (murs, planchers, poteaux, panneaux fabriqués). Ils servent à solidariser les éléments verticaux (murs, poteaux, panneaux) et horizontaux (planchers).

Ils sont généralement réalisés en béton armé.



2- ***EMPLACEMENT DES CHAINAGES :***

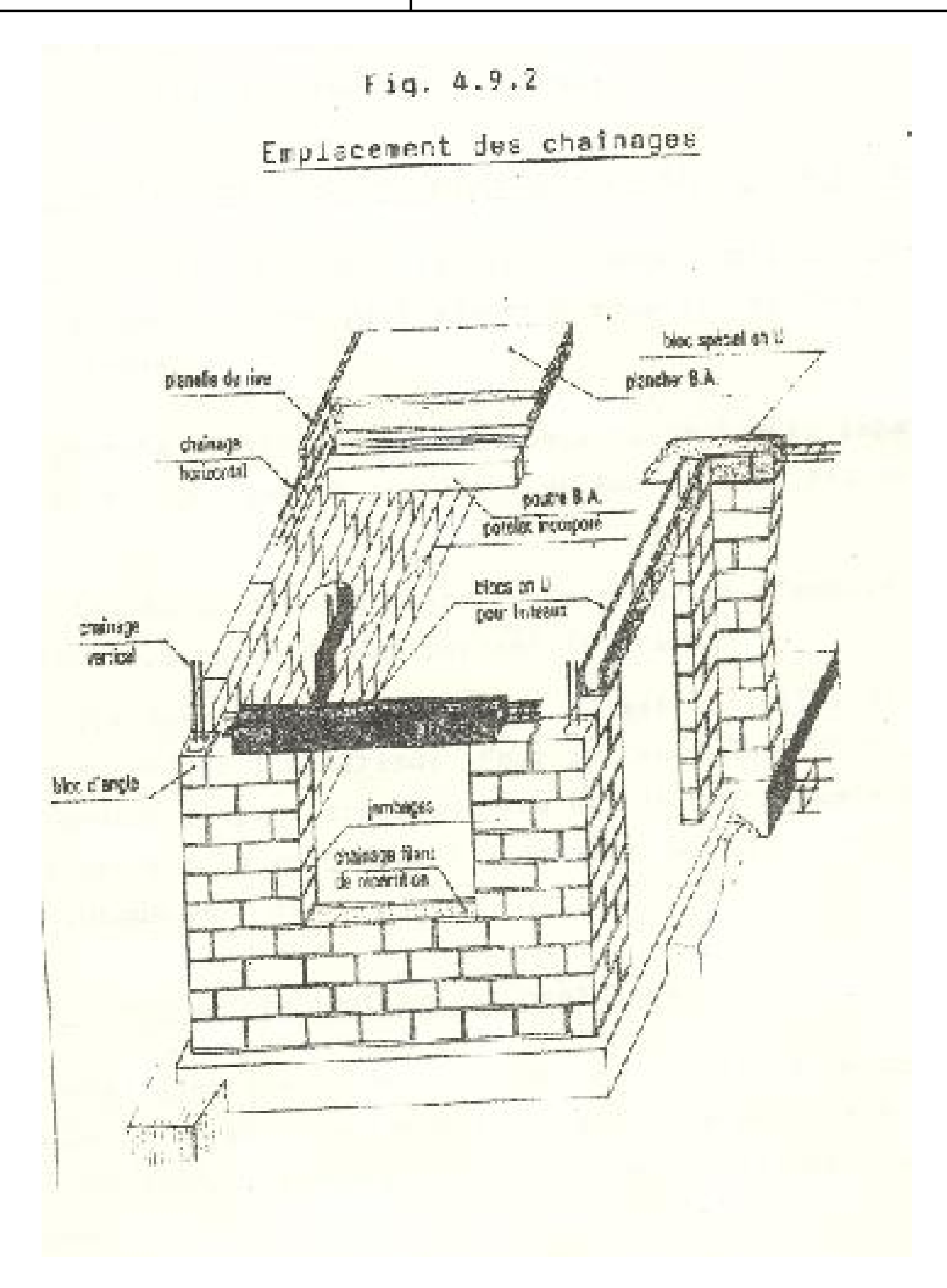
Les chaînages verticaux sont coulés dans les blocs d'angle et parfois dans les blocs des murs tous les 3 ou 4 mètres.

Les chaînages horizontaux sont situés :

- au niveau des planchers de chaque étage.
- Au couronnement de mur.

Ils ceinturent les murs (façades, pignons et refends) et sont continus.

Ils sont conçus pour absorber des efforts de traction (comme une chaîne)



3- ***FONCTIONS DES CHAINAGES HORIZONTAUX :***

a) ils répartissent les charges transmises par le plancher sur le mur.
b) Ils relient le plancher au mur (chaînage en B.A coulé sur place avec aciers de liaison).
c) Ils évitent les tassements différentiels (grâce à l'inertie du chaînage longitudinal).
d) Ils s'opposent aux poussées au vide (exemple : poussée de la charpente sur les murs).

De plus les chaînages peuvent être associés aux linteaux (linteaux_ chaînages), au plancher, à l'acrotère et aux voiles en B.A(chaînages incorporés).ils peuvent aussi faire saillie et former des bandeaux.

4- ***PLANCHER FAISANT FONCTION DE CHAINAGE . APPUI DES PLANCHERS :***

Lorsque le plancher est réalisé en béton coulé sur place,
le plancher lui –même peut aisément remplir les fonctions de chaînage.

Les charges provenant des planchers doivent être réparties
De telle façon que la stabilité du mur ne soit pas compromise.

Pour les murs creux extérieurs. Le plancher s'appuie sur toute l'épaisseur du portant intérieur.

Pour les murs extérieurs pleins, il est conseillé d'isoler le plancher de l'extérieur.

Pour les murs intérieurs, la profondeur d'appui des planchers sur le mur ne sera pas inférieure à la moitié de l'épaisseur des planchers avec un minimum de 9 cm.

5- CONDITIONS DE REALISATION DES CHAINAGES :

les chaînages constituent le seul cas où il est souhaitable que le béton et la maçonnerie soient unis entre eux de façon délibérée. Il n'y a donc pas lieu d'interposer un feutre bitumé.
Mais il faut éviter de donner à ces chaînages des dimensions exagérées qui augmentent la masse de béton..

Un chaînage ne devrait pas dépasser une hauteur de 15 cm. Il peut même être constitué par deux armatures , de diamètre 12 par exemple, enrobées simplement d'un béton de recouvrement nécessaire à la protection des aciers contre la corrosion.

Il est souhaitable que les chaînages aient les dimensions (largeur et hauteur) d'un multiple d'une brique ou d'un bloc et qu'ils soient des variations trop brutales de température par un élément de même nature que la maçonnerie.

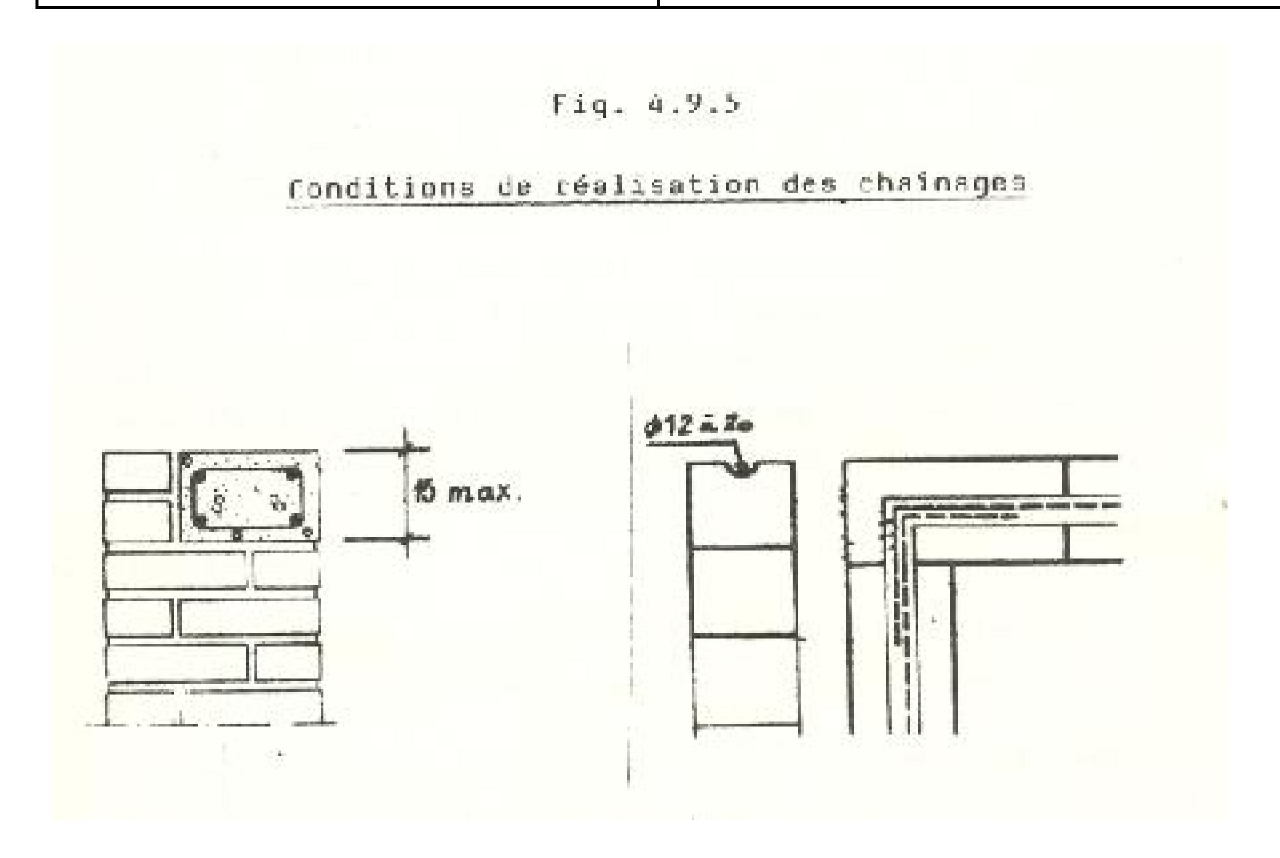


Fig. 4.9.5
Conditions de réalisation des chainages
15 max.
ϕ12 à 20

IV/- LES OUVERTURES DANS LES MURS

1-GENERALITES :

Dans les murs il convient de laisser des ouvertures pour y mettre les portes et les fenêtres afin de :

a) <u>permettre le passage</u> :

- de l'air.
- De la lumière.
- Des personnes.

b) empêcher le passage :

- des bruits.
- Des courants d'air.
- De la pluie.
- Des visiteurs indésirables …

Ces ouvertures doivent obéir à certaines réglementations : la largeur du passage, dimension minimale pour l'éclairement, garde de corps, etc. Qui varient donc de Pays à pays et parfois de ville à ville. Il convient donc de s'informer des règlements locaux avant d'établir un projet.

2- ***DEFINITIONS***

-***LES PORTES :***

Les portes sont des ouvrages mobiles, placés dans un bâti ou une huisserie et destinés, lorsqu'ils sont fermés, à interdire le passage à travers la baie.
Les portes sont en générale réalisées en bois mais elles peuvent aussi être en acier, en verre, etc.
Elles comportent une partie fixe et une partie mobile.
<u>- Les différentes parties de la porte</u>

a-<u>Parties fixes</u>

- bâti : ouvrage dorment destiné à recevoir la porte. Il est scellé au mur dans lequel est percée la baie, sur l'arête et sur un seul parement de ce mur ; il a généralement de 34 à80mm
-contre –bâti : ouvrage dormant complétant éventuellement le bâti et scellé sur l'autre côté de la baie.

-Huisserie : ouvrage dormant limitant une baie ouverte dans une cloison et faisant toute l'épaisseur de celle-ci.

b) Parties mobiles

- porte simple : ouvrage d'une seule pièce pivotant autour d'un axe placé sur l'un des côtés et s'ouvrant dans un seul sens.
- porte double : porte comprenant deux parties pour les larges baies.
-porte coulissante : porte à un ou plusieurs vantaux coulissant horizontalement dans leur plan.
- porte va-et-vient : porte s'ouvrant dans les deux sens.
- porte fenêtre : fenêtre permettant le passage.

Les fenêtres

La fenêtre est un ouvrage placé dans une baie ouverte dans un mur. Il sert à l'éclairage et, dans certains cas, à la ventilation.

Les différents systèmes de fenêtres

Il existe différents systèmes de fenêtres :

- fenêtre à la française : fenêtre à un ou deux vantaux ouvrant vers l'intérieur.
- fenêtre à l'anglaise : idem mais ouvrant à l'extérieur.
- fenêtre pivotante : fenêtre à un ou plusieurs châssis accolés ouvrant par rotation autour d'un axe vertical quelconque.
- fenêtre basculante : fenêtre à un ou plusieurs châssis superposés ouvrant par rotation autour d'un axe horizontal quelconque

3-TERMINOLOGIE :

La terminologie usitée pour les détails des éléments des ouvertures est expliquée par les figures de la page suivante.

Les deux montants de la bais se nomment jambages, leur surface intérieure s'appelle tableau. Le linteau est la partie supérieure qui, soutenant la maçonnerie, s'appuis sur les jambages. La partie inférieure est constituée pour la fenêtre par un appui et pour la porte par un seuil.

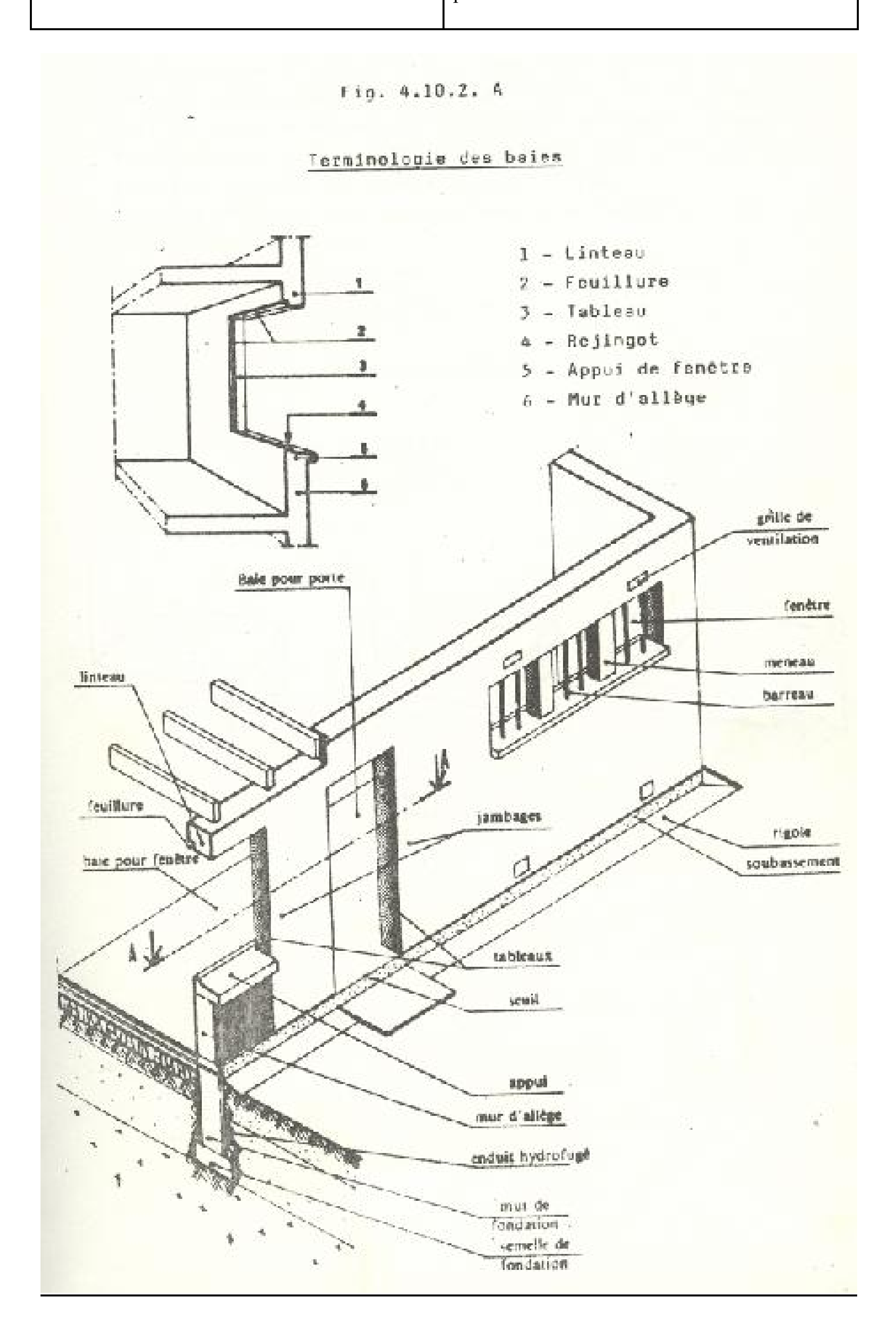
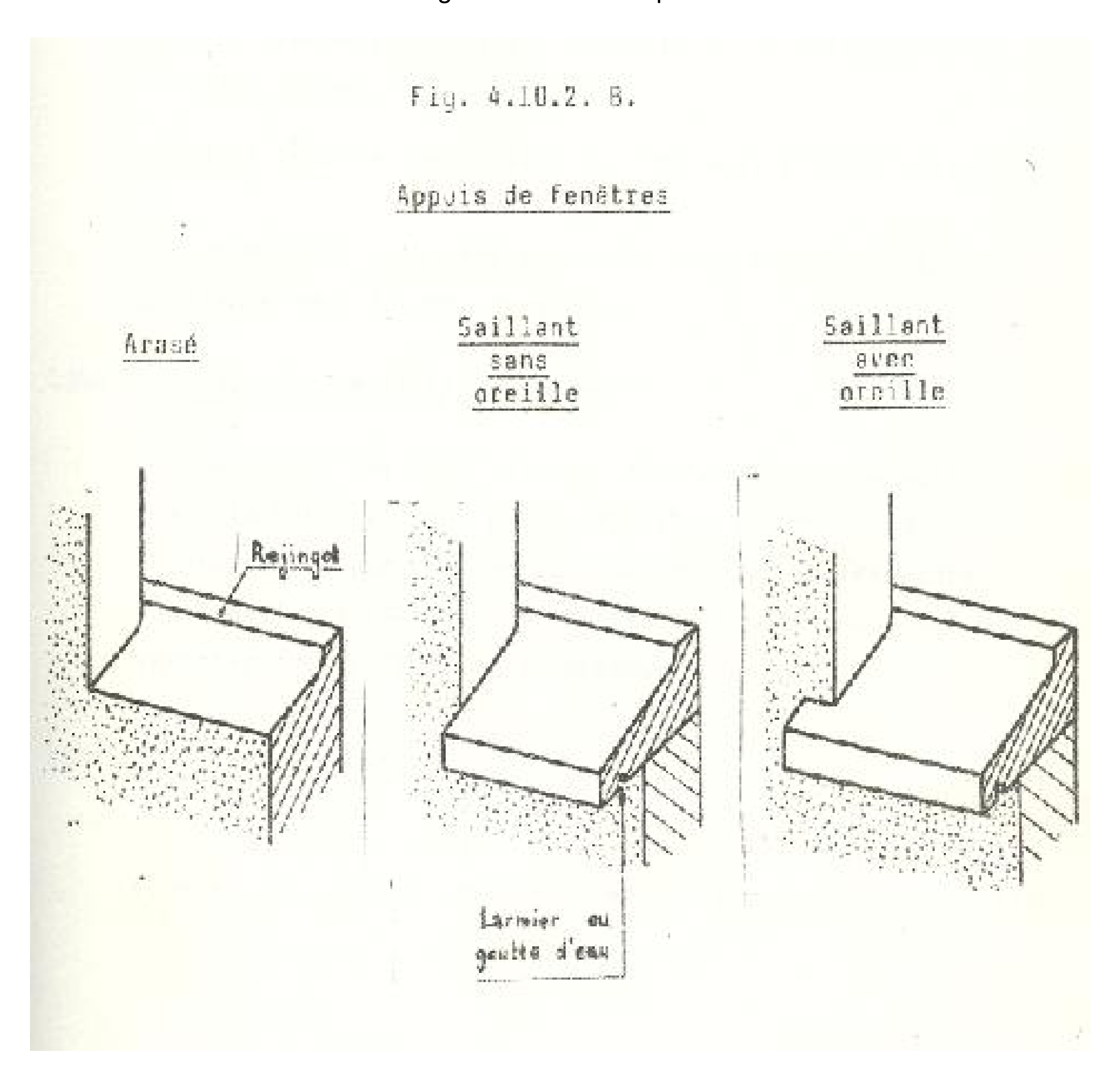


Fig. 4.10.2. A
Terminologie des baies
1 - Linteau
2 - Feuillure
3 - Tableau
4 - Rejingot
5 - Appui de fenêtre
6 - Mur d'allège
1
2
3
4
5
6
Baie pour porte
grille de ventilation
fenêtre
meneau
barreau
linteau
feuillure
baie pour fenêtre
jambages
rigole
soubassement
tableaux
seuil
appui
mur d'allège
enduit hydrofugé
mur de fondation
semelle de fondation

L'appui couvre l'allège sous la femêtre et rejette les eaux de ruissellement provenant de celle-ci .un rejingot (saillie sous le dormant de la fenêtre) arrête les remontées d'eau poussées par le vent .l'appui peut être arasé, saillant sans oreille, ou saillant avec oreille.
Dans les deux derniers cas une « goutte d'eau « empêche l'eau de ruisseler sur le mur.



<u>LES PROBLEMES :</u>

Les problèmes que posent les ouvertures dans un mur se situent au niveau :

a) de la fixation des portes et des fenêtres dans l'ouverture.
b) de l'étanchéité contre l'humidité et le vent si le mur est extérieur.

c) De la reprise des charges au dessus de l'ouverture.

Les techniques et moyens appliqués pour résoudre ces problèmes sont étudiés ci – après :

<u>FIXATION DES BATIS ET ISOLATION :</u>

les portes et les fenêtre sont constituées d'une partie fixe , le bâti, et d'une partie mobile, le vantail, qui pivote sur un axe et permet l'ouverture ou la fermeture de la baie façons décrites ci-dessous.

<u>solution sans battée</u> :

C'est la méthode la plus couramment utilisée au maroc.
Le bâti est posé du côté intérieur du mur au ras de l'enduit.

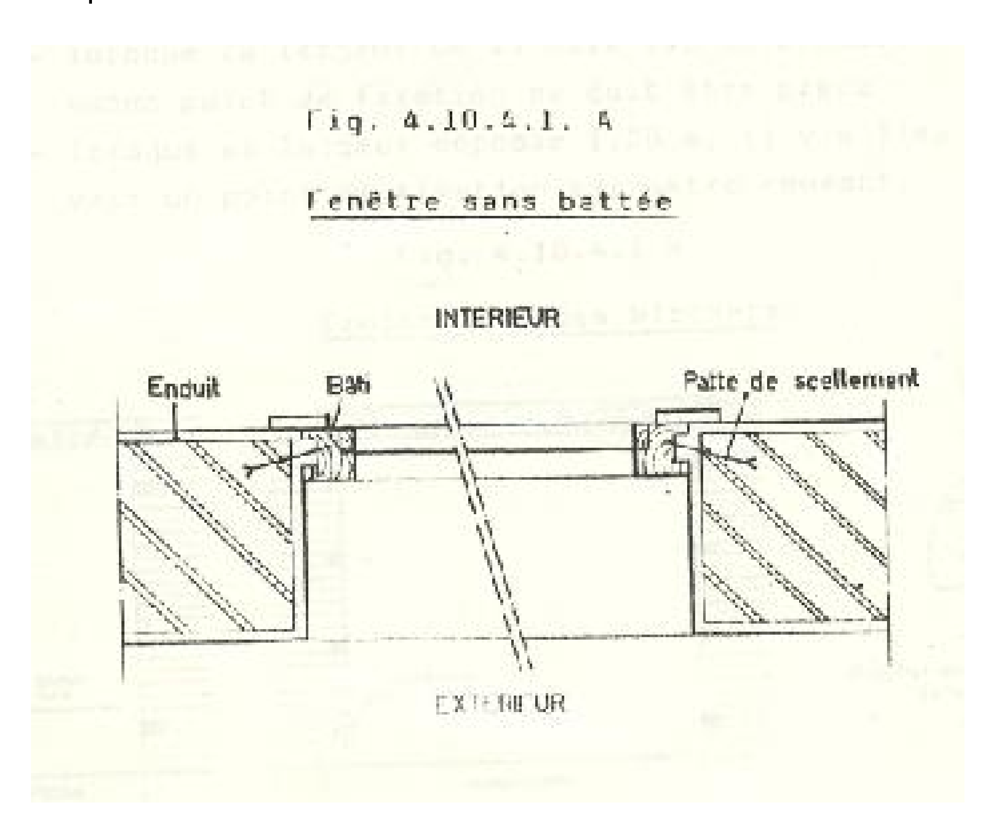


Fig. 4.10.4.1. A
Fenêtre sans battée

Le bâti est fixé au mur :

-par des pattes de scellement ou par des blochets.
-par le mortier que l'on insère entre le châssis et la maçonnerie.

Une latte de bois recouvre le joint intérieur de manière à obtenir une bonne finition.
Les pattes de scellement sont des petites pièces métalliques dont la forme permet de les fixer solidement au mur et au châssis.

Les blochets sont des petites pièces de bois, souvent de la dimension d'une brique, incrustées dans la maçonnerie et permettent d'y clouer les menuiseries.

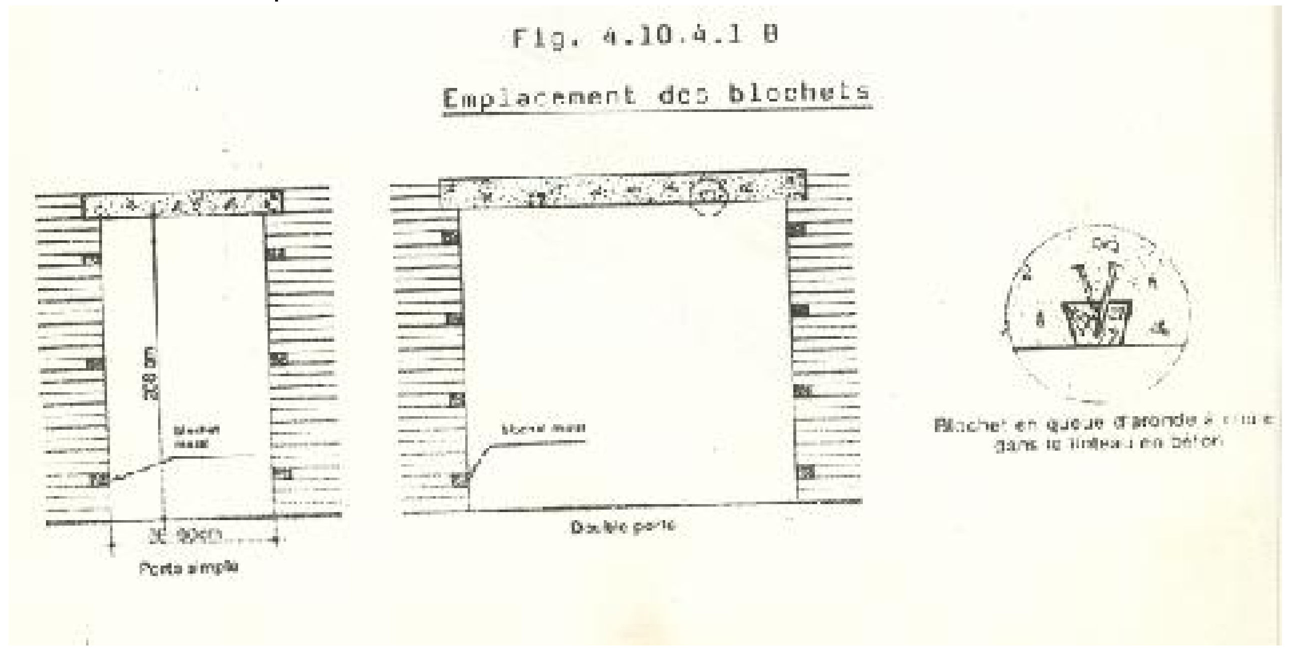
Les emplacements de fixation des pattes de scellement ou des blochets sont définis comme suit :

<u>sur les côte de la baie</u> :

- à +/- 20 cm de la limite supérieure et de limite inférieure du jour de la baie.
- La distance entre deux points de fixation ne peut dépasser 60 cm.

<u>au dessus de la baie :</u>

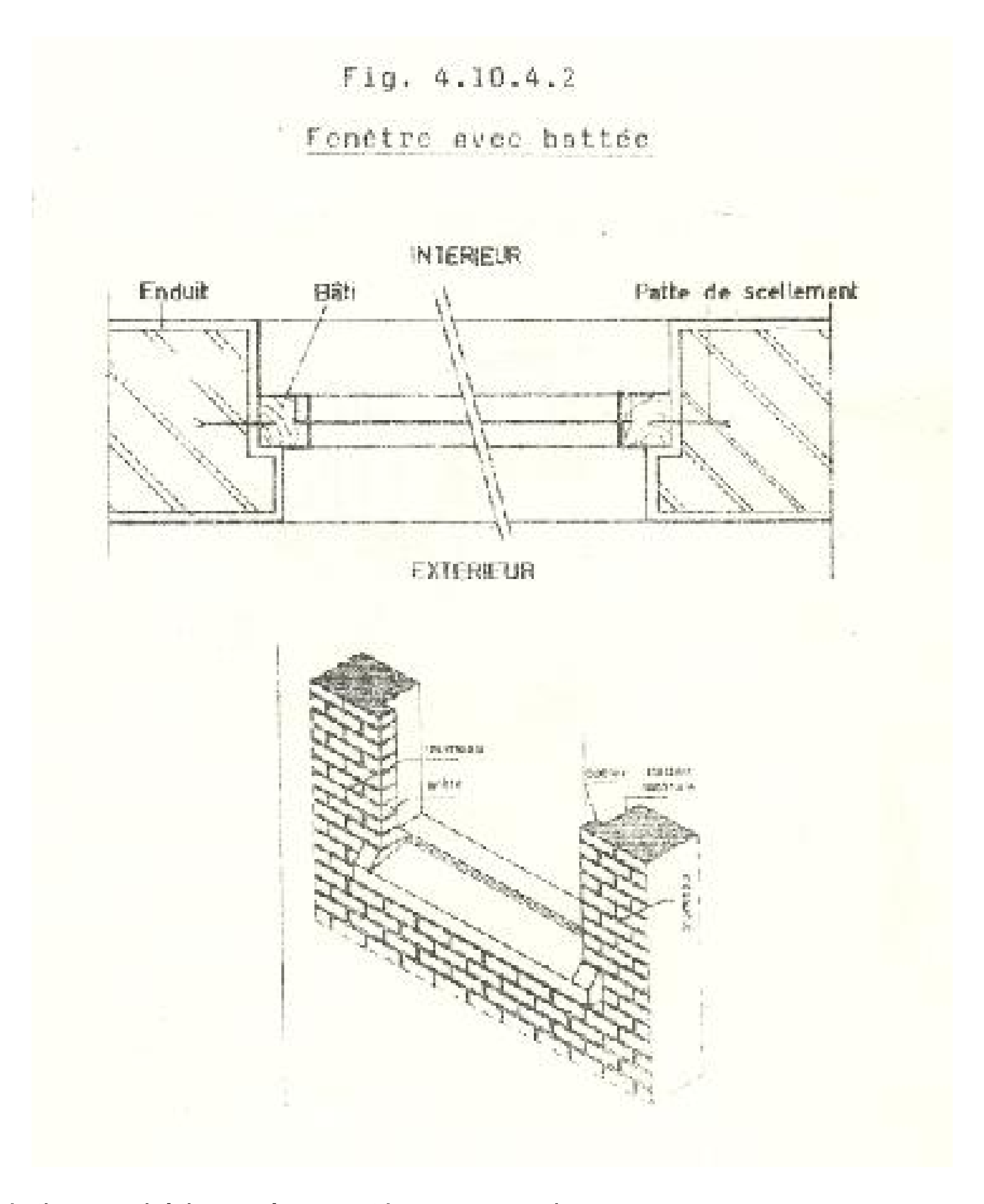
- lorsque la largeur de la baie est inférieure à 1.20m aucun point de fixation ne doit être prévu.
- Lorsque sa largeur dépasse 1.20m il y a lieu de prévoir un point de fixation par mètre courant.



solution avec battée :

Si l'on veut obtenir une meilleure isolation (dans les régions froides et pluvieuses par exemple) le bâti peut être placé dans un ébrasement du mur . L'ébrasement est un élargissement réalisé dans une partie de l'épaisseur du mur et qui forme une battée contre laquelle on cale châssis. Cette solution convient parfaitement pour un mur composite avec ou sans lame d'air (voir fig.). Le bâti est également fixé à la maçonnerie par des scellement ou par des blochets.

Cette solution présente l'avantage d'offrir une meilleure protection conter les intempéries, vu que les joints sont protéges par la battée.

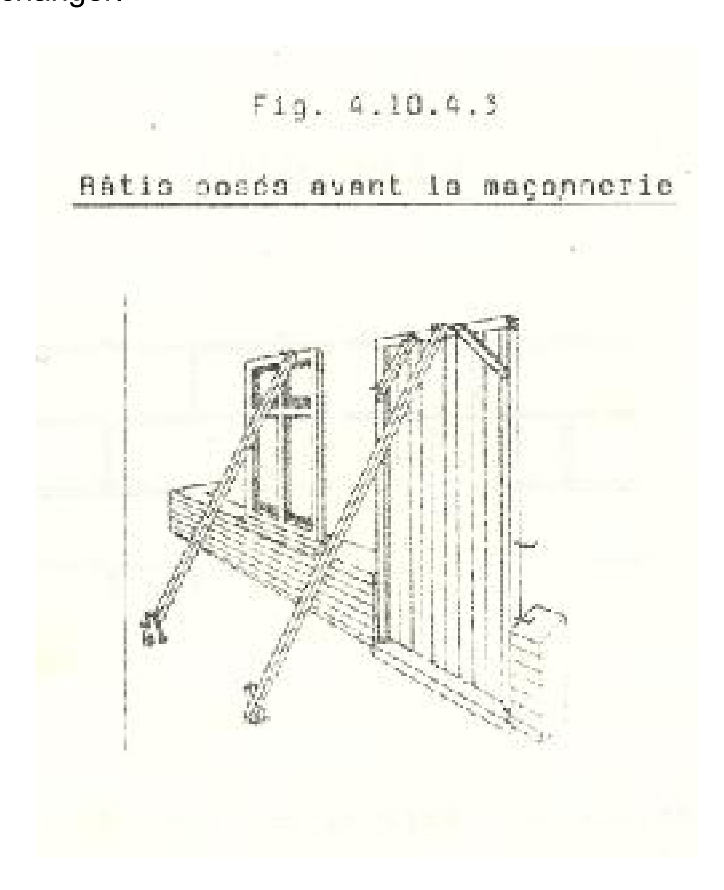


solution par bâtis posés avant la maçonnerie :

Dans cette solution des la pose des seuils et des appuis, les bâtis sont placés d'aplomb et étançonnées. Ensuite on élève la maçonnerie qui va venir totalement encastrer les bâtis .souvent le devant de ceux-ci n'est reculé que de quelques centimètres (2à5) par rapport au plan du mur de façade la largeur du dormant visible et donne un aspect plutôt lourd.

Cette solution présente d'autres inconvénients :

Les bâtis risquent d'être abîmés lors de la construction de la maçonnerie et par l'humidité qui s'en dégagera. De plus, il est très difficile de les démonter pour éventuellement les changer.


Fig. 4.10.4.3

Bâtis posés avant la maçonnerie

<u>REPRISE DES CHARGES AU DESSUS DES OUVERTURES :</u>

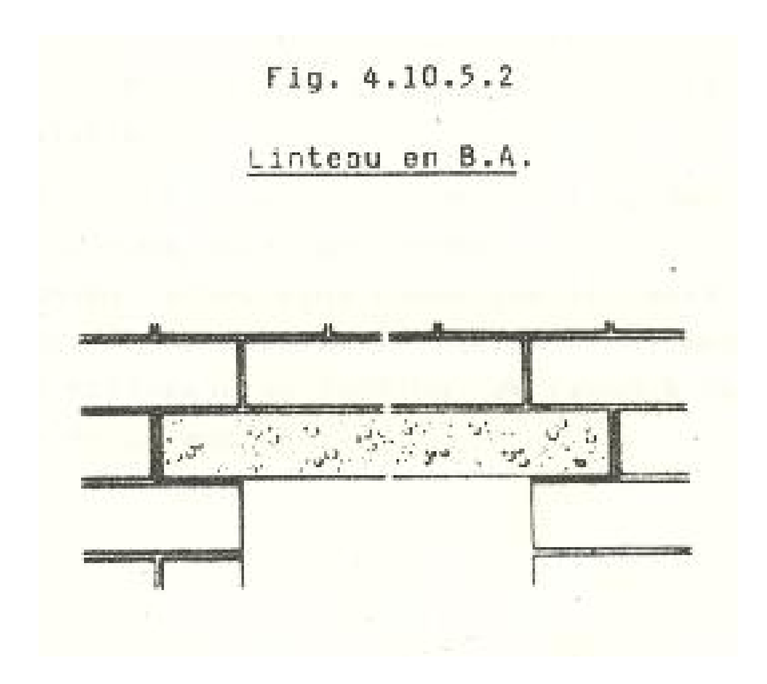
1--<u>Généralités</u> :

Au_ dessus des ouvertures des murs il est nécessaire de placer un support pour soutenir la maçonnerie.

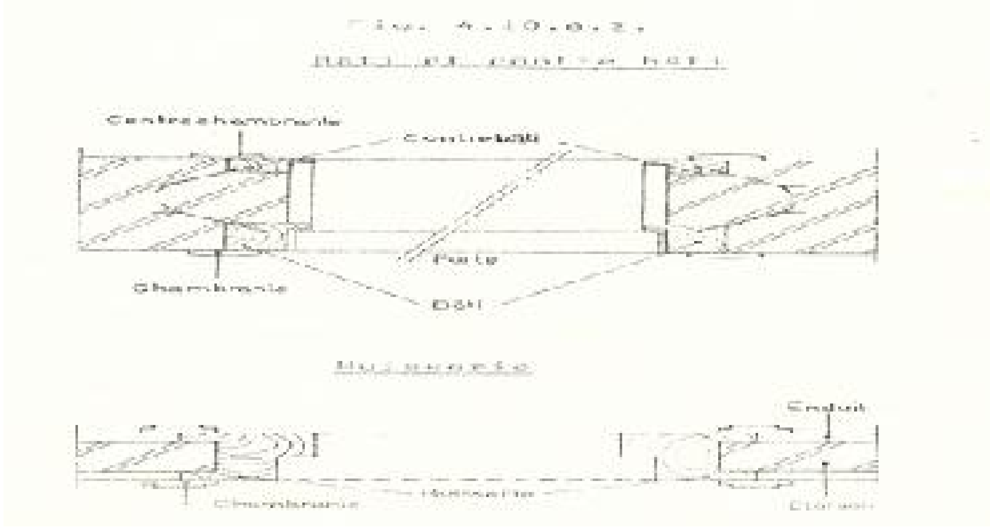
Ce support peut être formé par des briques placées debout ou par des arcs maçonnés, mais le plus souvent il est constitué par un linteau.

2 <u>le linteau</u> :

C'est une pièce de bois, de pierre, de béton ou de métal fermant la partie supérieure d'une ouverture et soutenant la maçonnerie au – dessus de cette ouverture.



Quels que soit le matériau utilisé, les linteaux sont fréquemment à l'origine de l'apparition de fissure dans les joints des brique ou des blocs voisins. En effet :
a) les linteau sont le plus souvent en béton armé et donc dans un matériau autre celui de la maçonnerie, il en résulte des mouvements différentiels



b) aux appuis des linteaux, il se produit des charges concentrées plus élevées que charges supportées par les autres parties des murs.

a) ces charges concentrées se manifestent aux angles linteau _mur, c'est- -à –dire aux endroits faibles de la maçonnerie, puisque celle_ ci est déforcée par l'existence de la baie voisine.

Quoique l'on ait parfois tendance à considérer ces fissures comme inéluctables, il est cependant possible de les éviter en prenant certaines dispositions.

a) la longueur d'appui des linteaux portants sera comprise entre 25 et 20 cm.

b) On utilisera de préférence des linteaux préfabriqués ayant au moins 15 jours d'âge de façon à ce qu'une partie du retrait hydraulique du béton se soit déjà produite avant placement.

c) Dans le cas où l'on a recours aux linteau coulés sur place (grandes bais par exemple), ceux devront être suffisamment armé pour compenser le retrait hydraulique du béton. Il est conseillé également de couler les appuis sur une épaisseur de roofing, de façon à désolidariser le linteau de la maçonnerie.

V/-LES PLANCHERS

1. Généralités :

Un plancher est un élément porteur horizontal séparant deux étages d'une construction. Les planchers prennent appui, soit sur des murs, soit sur des poutres.

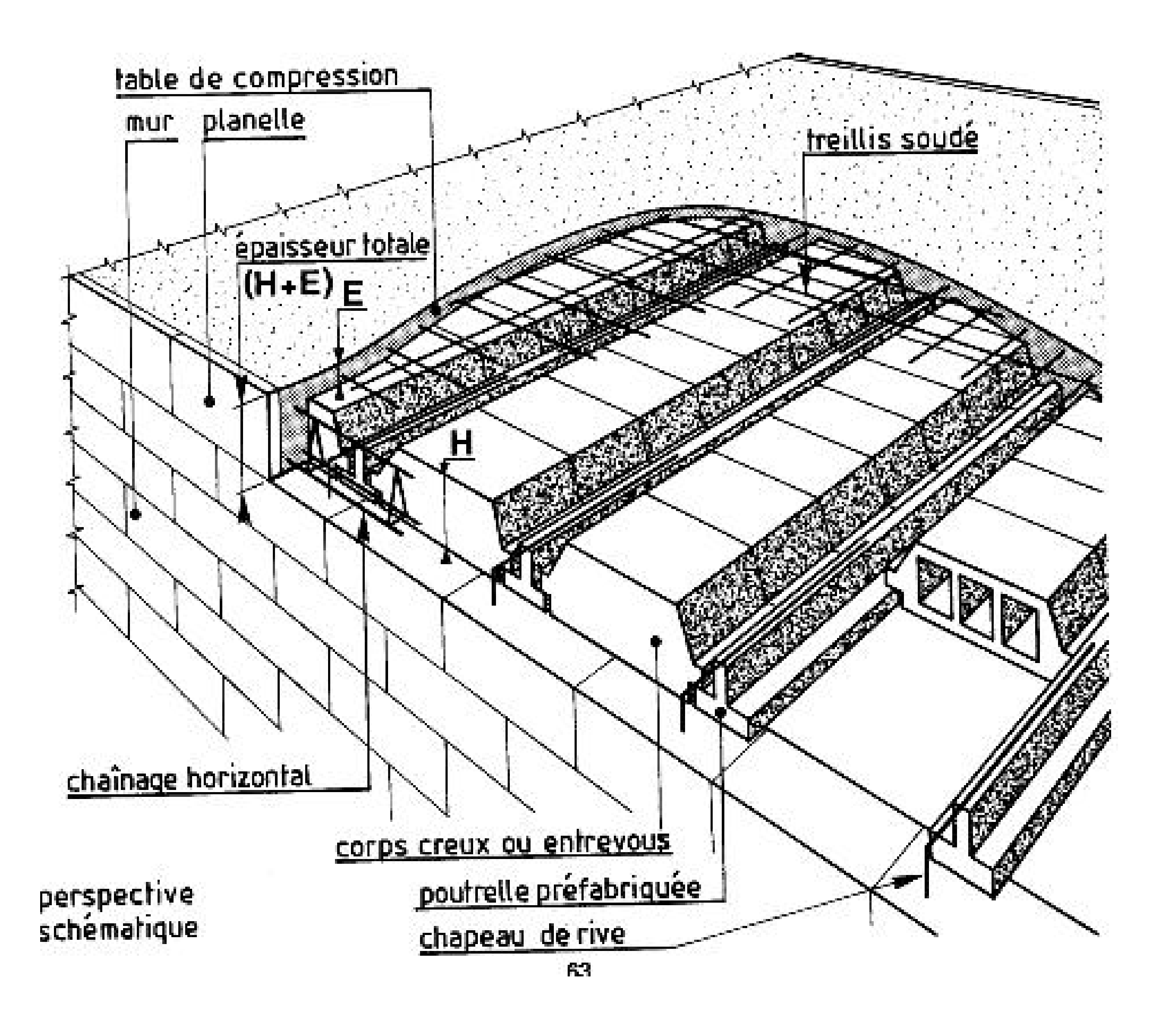
Les principaux types sont :

- LES PLANCHERS A CORPS CREUX ET POUTRELLES.
- LES PLANCHERS A DALLE PLEINE EN BETON ARME.
- LES PLANCHERS PREFABRIQUES AVEC PREDALLES.

L'étude suivante portera sur les deux premiers types.

2. Les planchers à corps creux et poutrelles :

2-1- TERMINOLOGIE :



Ces planchers sont constitués de poutrelles préfabriquées en béton qui prennent appui sur des murs (de façade ou de refend) ou sur des poutres en béton armé.

Des corps creux (ou entrevous) en béton, en terre cuite ou en polystyrène sont disposés entre les poutrelles, les uns à côté des autres. L'ensemble est recouvert d'une dalle en béton appelée table de compression, coulée sur place et armée d'un treillis soudé.

Situer chacun de ces éléments sur la perspective de la page précédente.

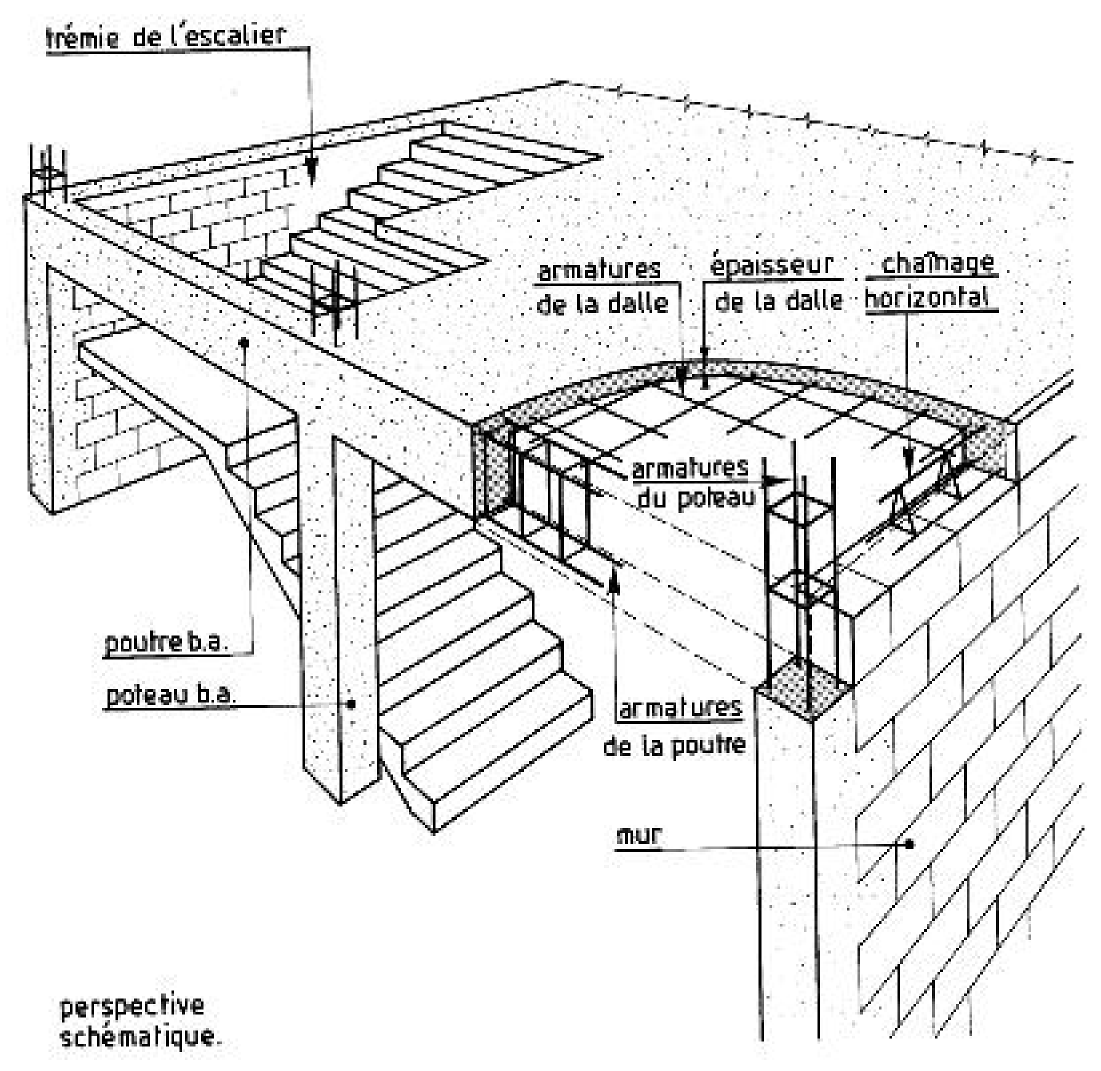
Il existe dans le commerce une grande variété de ces planchers. Les formes des poutrelles et des corps creux varient selon les fabrications.

Malgré tout les épaisseurs des planchers sont sensiblement identiques d'un fabricant à l'autre. Les dimensions les plus courantes sont :

H : Hauteur des corps creux (cm)	12	16	20	25	30
E : Épaisseur table de compression (cm)	4	4	4	5	5

3. Les planchers à dalle pleine :

3-1-TERMINOLOGIE :



Ces planchers sont constitués d'une dalle pleine en béton (de 15 à 20 cm d'épaisseur) armée soit avec un treillis soudé, soit avec des aciers ligaturés.

Comme pour les planchers précédents, les appuis de la dalle peuvent être des murs (de façade ou de refend) ou des poutres en béton armé.

4- Les autres types de dalle :

- dalle nervurée dans une direction
- dalle nervurée dans deux directions
- dalle champignons
- plancher en bois
- plancher métallique

VII/-LES TERRASSES

1- Généralités

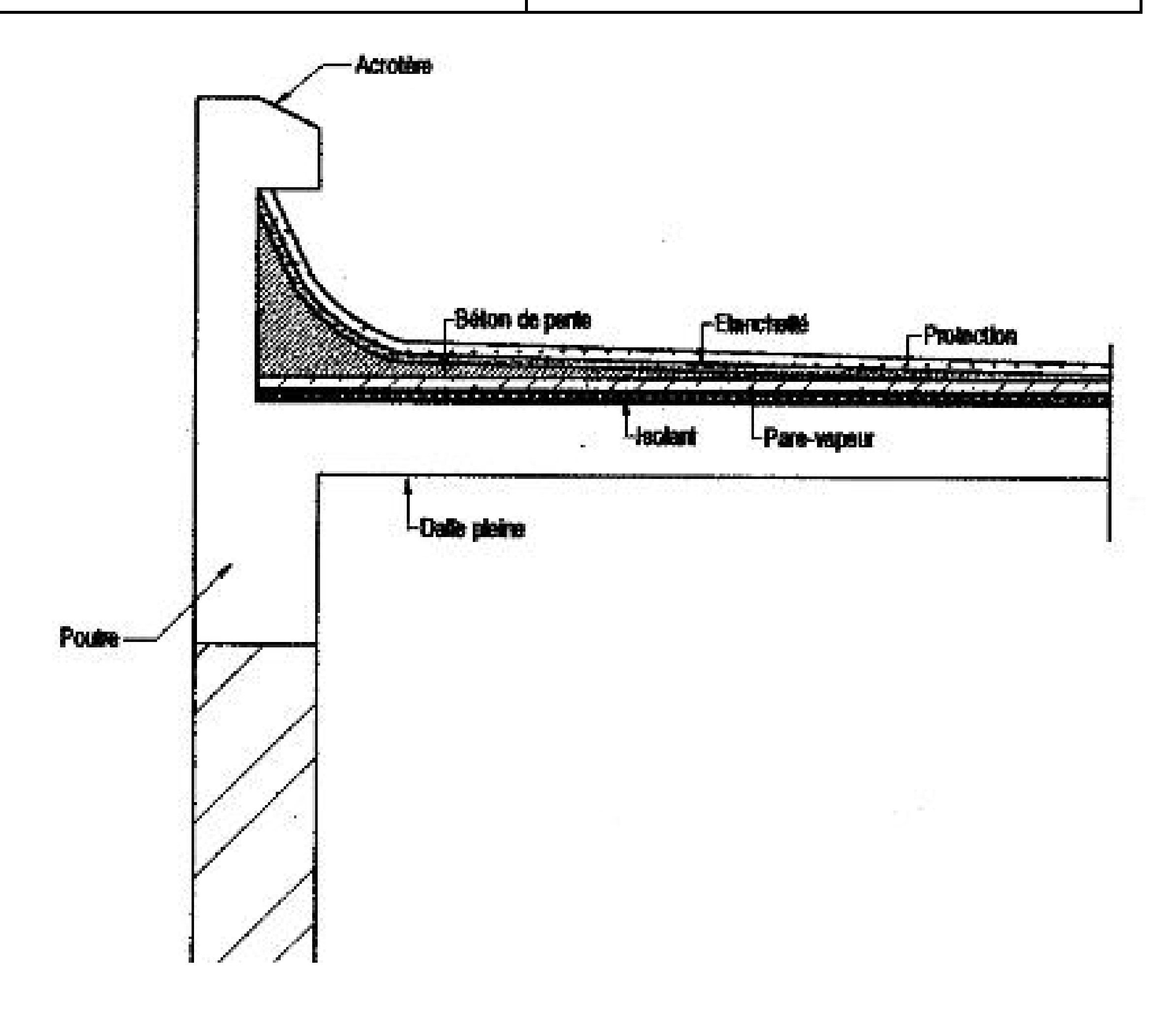
La toiture terrasse est formée par le plancher supérieur du bâtiment ,elle doit assurer les fonctions suivantes :

- isoler thermiquement la construction
- être étanche et doit assurer l'évacuation des précipitations de manière efficace .
- Afin de remplir tous ces rôles, la toiture terrasse est composée d'un certain nombre de couches de différents matériaux remplissant chacune une fonction spécifique.

On trouve successivement les éléments qui suivent :

1- un plancher de support
2- une forme de pente destinée à donner l'inclinaison
3- un par-vapeur dessiné à empêcher la pénétration de l'humidité provenant de l'intérieur du bâtiment dans l'isolation thermique
4- un isolant thermique
5- une étanchéité souvent composée de plusieurs couches
6- une couche de protection de l'étanchéité

Coupe de la toiture terrasse



1- Plancher de support : doit être réalisé de manière à pouvoir supporter sa propre charge ainsi que les surcharges occasionnelles sans subir de déformation dangereuse pour l'étanchéité.
2- Forme de pente, pour assurer un bon écoulement des eaux vers les décentes, le plancher –terrasse recouvert d'une forme de pente de béton, la pente doit être suffisante (2% au minimum) pour éviter la stagnation de l'eau en certains endroits.
3- Par-vapeur : l'air contient de l'eau sous forme de vapeur .Par conséquent si un air chaud et humide se refroidit la vapeur va se condenser en gouttelettes .Dans les régions tempérées et humides ,il arrive salle chaude le jour mais froide la nuit contienne de la vapeur d'eau qui le soir se condense sur les parois froides de la pièce , murs et plafonds extérieurs .Si ces derniers ne sont pas muni d'une barrière par-vapeur , l'humidité pénètre dans le plancher et dans l'isolation thermique qui risque d'être détériorée .Pour éviter cela , on place « un par-vapeur » ,qui arrête la migration de la vapeur d'eau .
4- Isolant thermique : les meilleurs isolants sont les matériaux comportant des vides d'air. L'isolation peut être mise directement sur la partie portante du plancher au mieux au dessus du béton de pente de manière à ce que celui-ci soit également protégé des variations de température.
5- Etanchéité : quelque le procédé d'étanchéité utilisé, il doit assurer une parfaite étanchéité de la terrasse

6- Protection de l'étanchéité : la conservation des revêtements d'étanchéité nécessite, l'application d'une protection destinée à protéger des rayons solaires et des détériorations occasionnées par des usagers des terrasses.

La protection de l'étanchéité variera suivant qu'il s'agit d'une terrasse non accessible ou d'une terrasse accessible.

II/ Ouvrages accessoires :

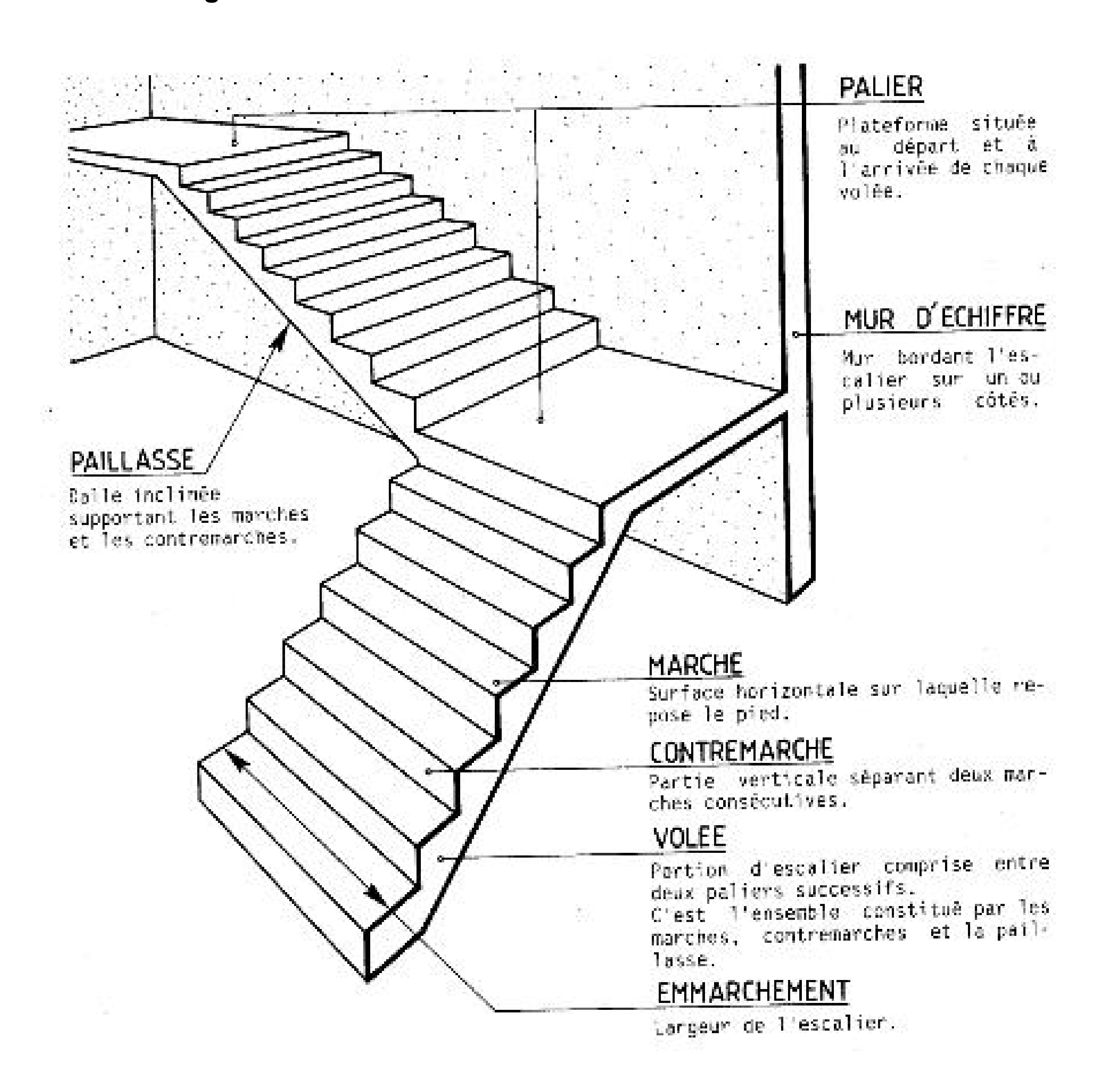
1- **Acrotères :** quelle que soit la forme des acrotères, il est recommandé de prévoir le dessus en pente vers la terrasse afin d'éviter le ruissellement de l'eau sur la façade .Le raccordement des parties horizontales de l'étanchéité avec les parties verticales remontant sur le mur acrotère doit être réalisé de manière à éviter toute possibilité d'infiltration d'eau sous l'étanchéité.
   En général le raccord se fait par un arrondi de 4 cm de rayon pour permettre d'appliquer, sans dommage pour elles, les feuilles d'étanchéité.
2- **Descentes d'eau** : les descentes d'eau doivent assurer l'évacuation de l'eau tombant sur la toiture par les plus grandes chutes de pluie prévisibles .Il sa lieu de prévoir la sections à raison de 1 cm^2 par m^2 de toiture .Les descentes sont soit intérieurs et cachées dans l'épaisseur

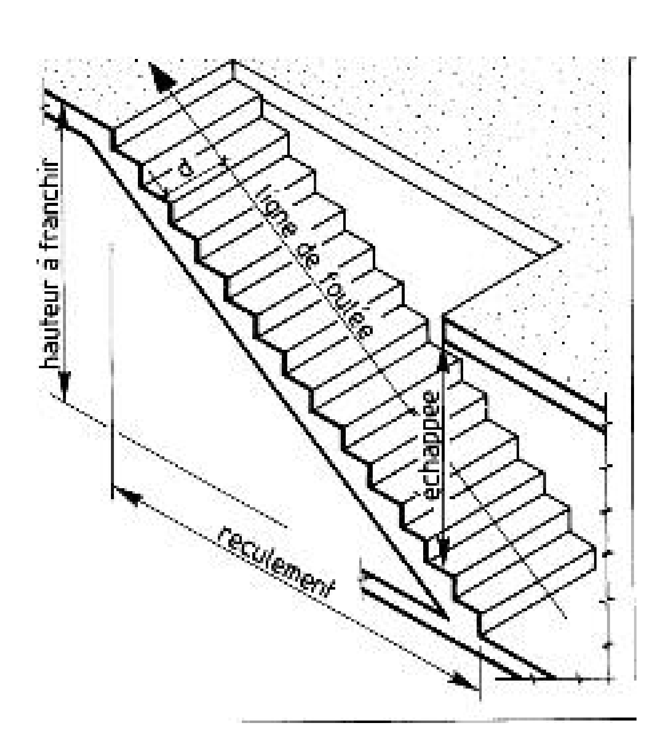
VII-LES ESCALIERS :

1. Définition :

Ouvrage permettant de se déplacer à pied d'un niveau à un autre d'une habitation.

2. Terminologie :





RECULEMENT :
Longueur de la volée d'escalier projetée sur le sol.

HAUTEUR A FRANCHIR :
Hauteur franchie par l'escalier. Elle est égale à la hauteur sous plafond + l'épaisseur du plancher.

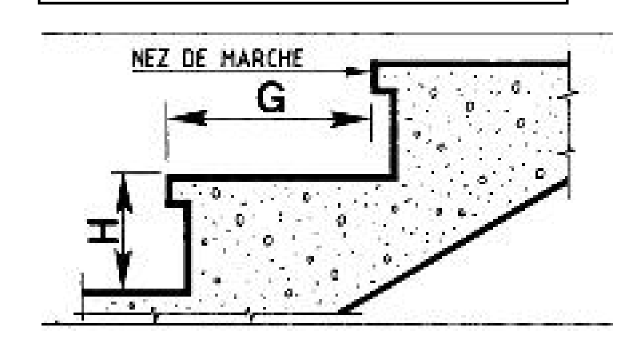
ECHAPPEE :
Hauteur minimum de passage /2,00 m

LIGNE DE FOULLE :
C'est le trajet théorique emprunté par l'utilisateur.

- ❖ Pour emmarchements < 1.00 m :
  d = moitié de l'emmarchement.
- ❖ Pour emmarchements /1.00 m :
  d = 50 cm (mesuré à partir de

G GIRON
Distance comprise entre deux nez de marche successifs ou largeur de la marche s'il n'y a pas de nez.

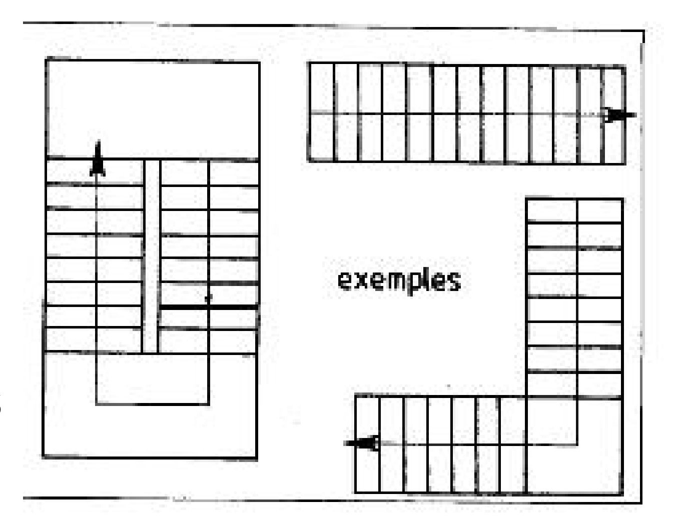
H HAUTEUR :
Distance verticale comprise entre deux marches consécutives.



3. Escaliers à marches droites :

3-1- GENERALITES :
Ce sont les escaliers les plus courants. Ils sont constitués de marches rectangulaires et toutes identiques entre elles. Voir exemples

3-2- DIMENSIONS DES MARCHES :
on dimensionnera les marches en utilisant la formule ci-dessous appelée relation de Blonde1



60 cm ≤ 2 Hauteurs + 1Giron ≤ 64 cm

pour un escalier courant desservant les étages d'une habitation, les valeurs moyennes (en cm) de H et de G sont :

16.5≤ H≤ 17.5   **27 ≤G≤ 31**

3-3- METHODE DE CALCUL :

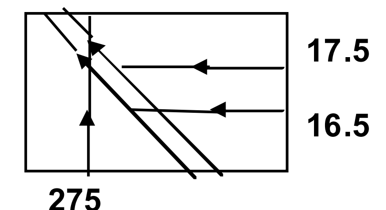
OBSERVER LA PERSPECTIVE COTEE CI-CONTRE.

Le reculement de l'escalier à calculer ne pourra pas excéder 4,20 m (présence d'une porte palière). L'échappée devra être supérieure ou égale à 2,00 mètres.

1- DETERMINATION DU NOMBRE N DE HAUTEURS DE MARCHE :

a. Pour une hauteur à franchir de 2.75 m et une hauteur H de marche de 16.5 cm, l'abaque indique : <u>N = 16.2</u>
b. Pour une hauteur à franchir de 2.75 m et une hauteur H de marche de 17.5 cm, l'abaque indique : <u>N =15.6 cm</u>

voir schéma explicatif ci-dessous :

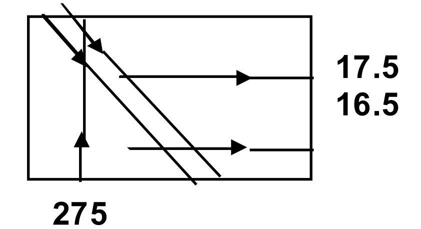


2- DETERMINATION DE LA HAUTEUR H DES MARCHES :

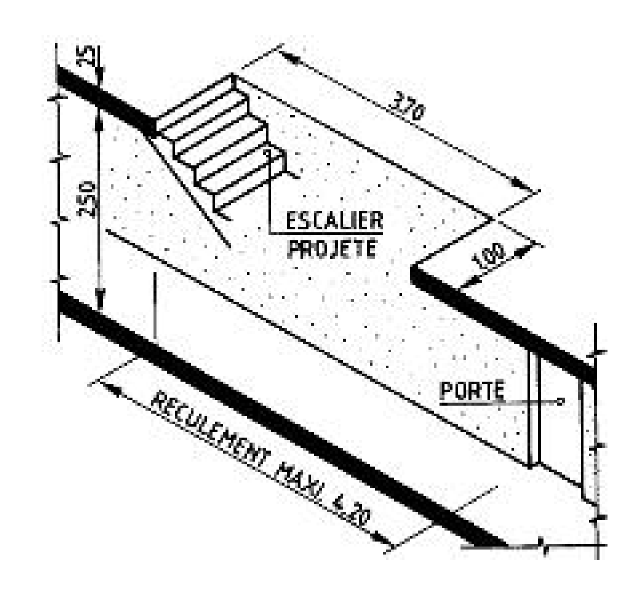
Arrondir au chiffre supérieur les valeurs de N trouvées précédemment.
Utilisation de l'abaque.

a- hauteur à franchir = 2.75 m
N = 17
L'abaque indique : <u>H = 16.2 cm.</u>
b- Hauteur à franchir = 2.75
N = 16
L'abaque indique : <u>H = 17.2 cm</u>

Voir schéma explicatif ci-dessous :



3- CALCUL DU GIRON G :
Avec la formule : 2H + G = 62 cm (valeur moyenne de la relation de blonde).
a - 2 x 16.2 + G = 62 → G = 29.6 cm
b - 2 x 17.2 + G = 62 → G = 27.6 cm



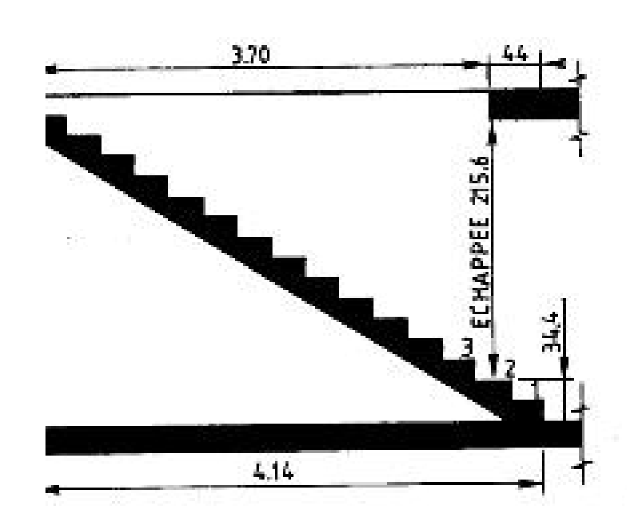
4- CALCUL DU RECULEMENT:

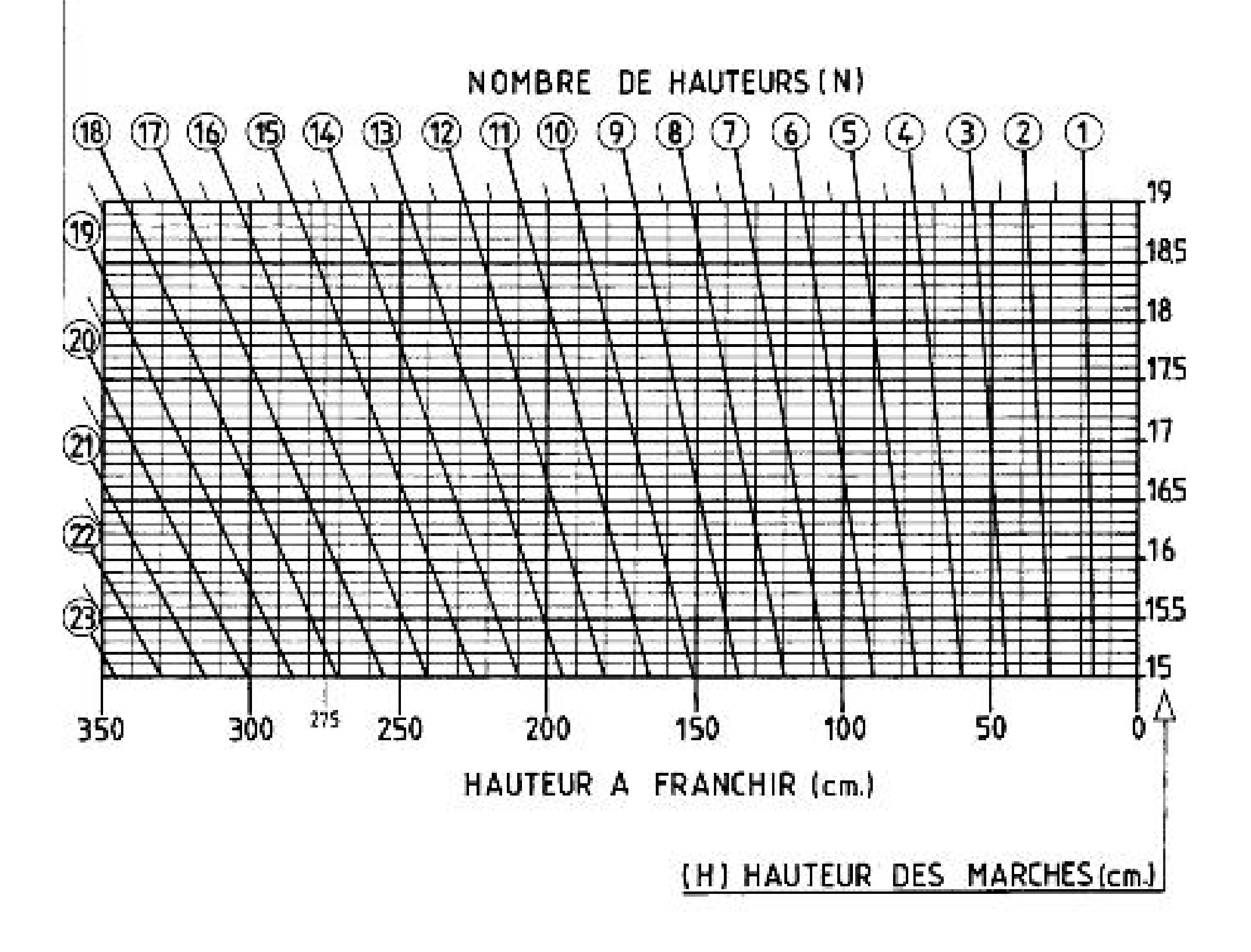
Nbre de GIRONS = Nbre de HAUTEURS

a – 29.6 x 16 = 473.6 cm.
Solution non retenue car:
473.6 > 420 (reculement maxi).
b - 27.6 x 15 = 414 cm
Solution retenue car : 414 < 420

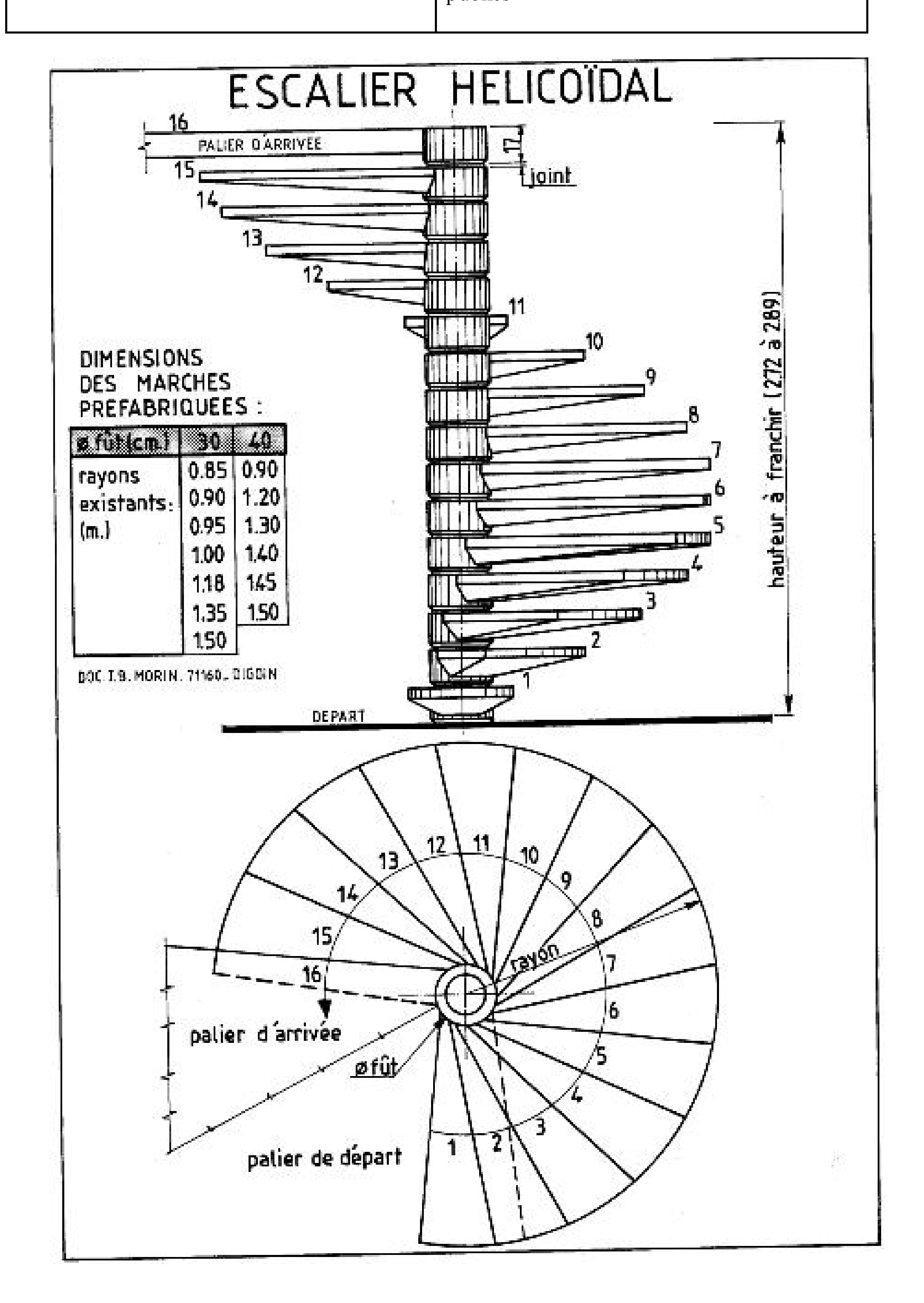
5- CALCUL DE L'ECHAPPEE :
Voir figure ci-après.
b – 414 – 370 (long. Trémie) = 44 cm.
→ 27.6 (1 Giron) < 44 < 55.2 (2 Girons).
Il faut prendre en compte deux hauteurs de marche pour le calcul de l'échappée.
250 – (2 x 17.2) = 215.6 cm.
215.6 > 200 (échappée mini).

DIMENSIONS RETENUES :
H = 17.2 cm et G = 27.6 cm
Reculement = 414 cm.
Échappée = 215.6 cm.





ABAQUE
NOMBRE DE HAUTEURS (N)
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
19
20
21
22
23
19
18,5
18
17,5
17
16,5
16
15,5
15
350
300
275
250
200
150
100
50
0
HAUTEUR A FRANCHIR (cm.)
(H) HAUTEUR DES MARCHES (cm.)



ø fût (cm.)	30	40
rayons existants: (m.)	0.85	0.90
	0.90	1.20
	0.95	1.30
	1.00	1.40
	1.18	1.45
	1.35	1.50
	1.50	

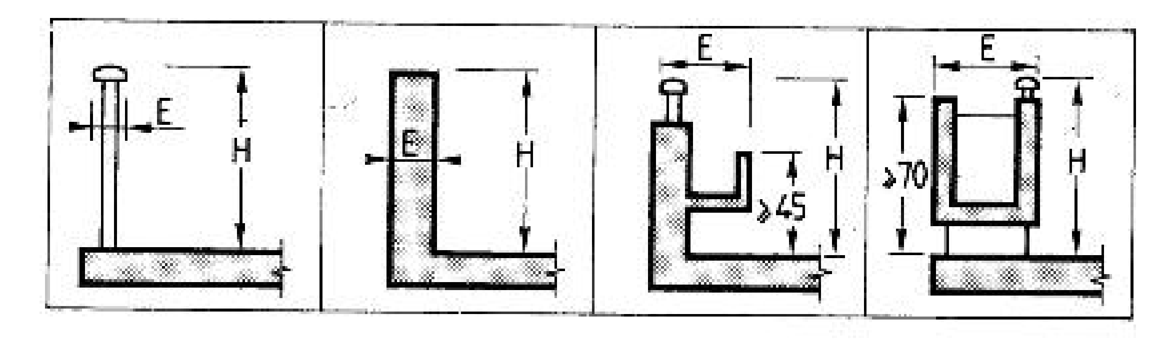
9. Garde-corps et rampes :
9-1- GARDE-CORPS :

« Un garde-corps est un ouvrage qui a pour rôle de protéger contre les risques de chute fortuite dans le vide, les personnes stationnant ou circulant à proximité de ce dernier, mais non de leur interdire le passage forcé ou l'escalade volontaire ». (Extrait de la norme NFP 01-012).

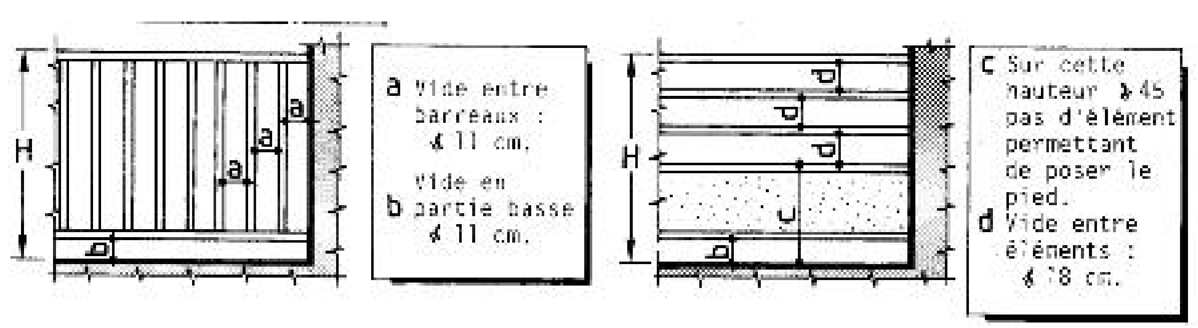
- **Hauteur de protection H (cm) :**

	Garde-corps minces	Garde-corps épais							
	≤ 20	25	30	35	40	45	50	55	/60
H (bâtiment d'habitation)	**100**	**97.5**	**95**	**92.5**	**90**	**85**	**80**	**80**	**80**
H (autres bâtiments)	**100**	**97.5**	**95**	**92.5**	**90**	**85**	**80**	**75**	**70**

Épaisseur E à prendre en compte en fonction du type de garde-corps :

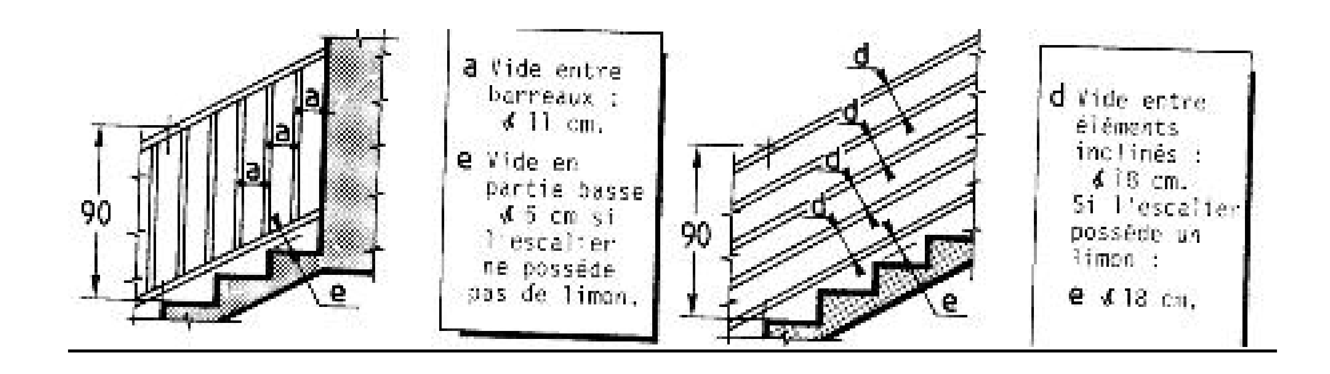


- **Garde-corps ajourés :**



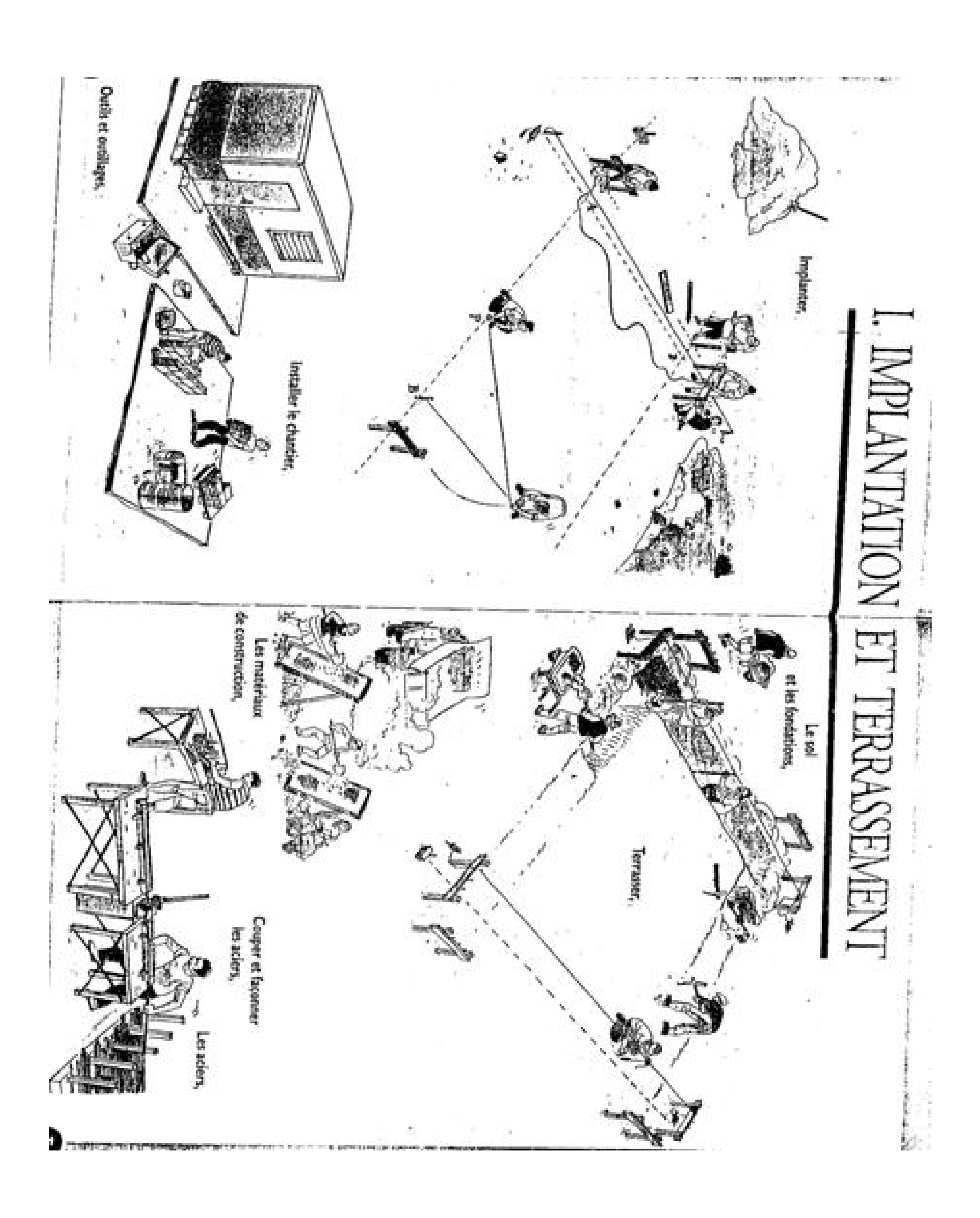
9-2- RAMPES : une seule hauteur de protection : 90 cm.

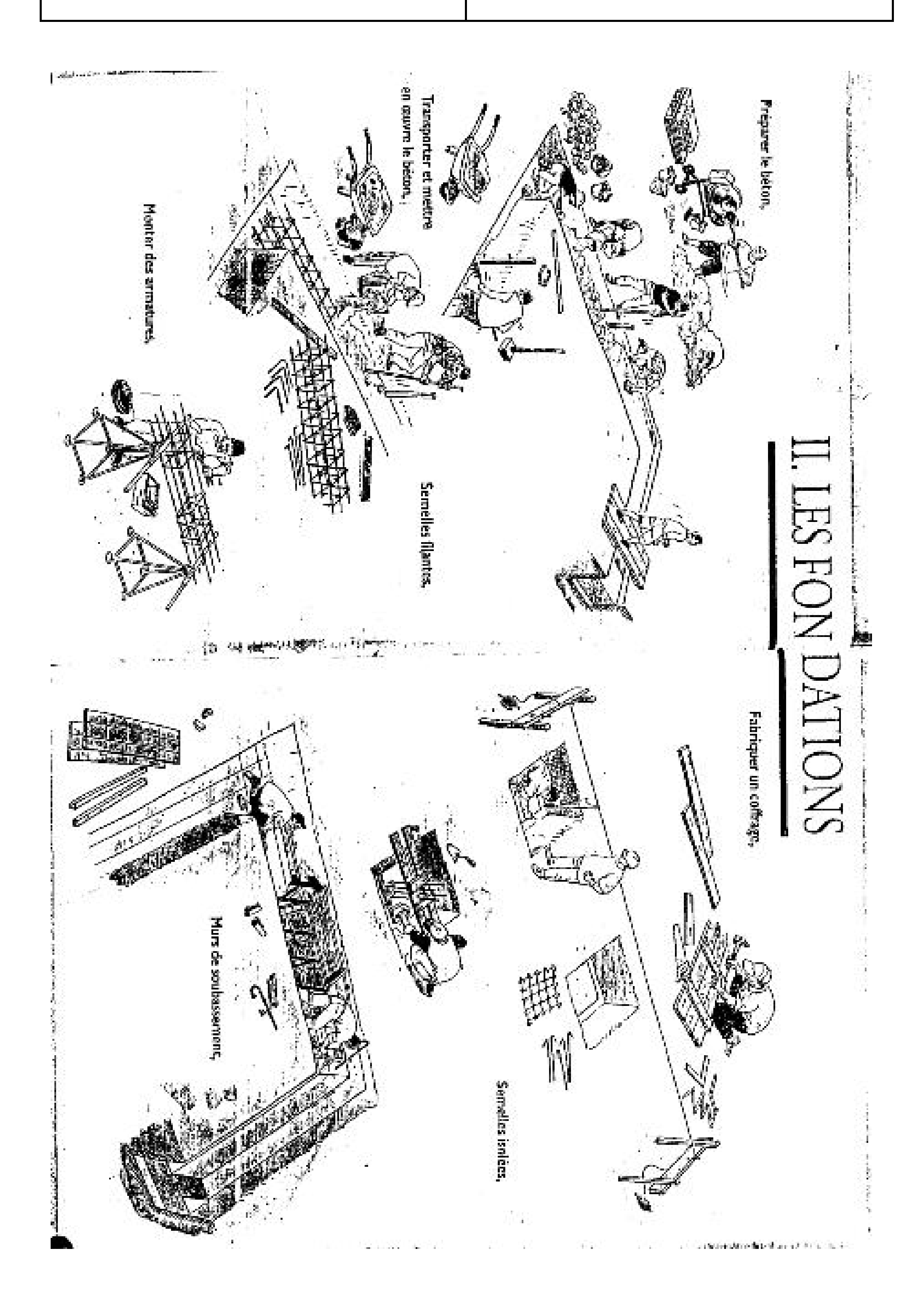
- Rampes ajourées :



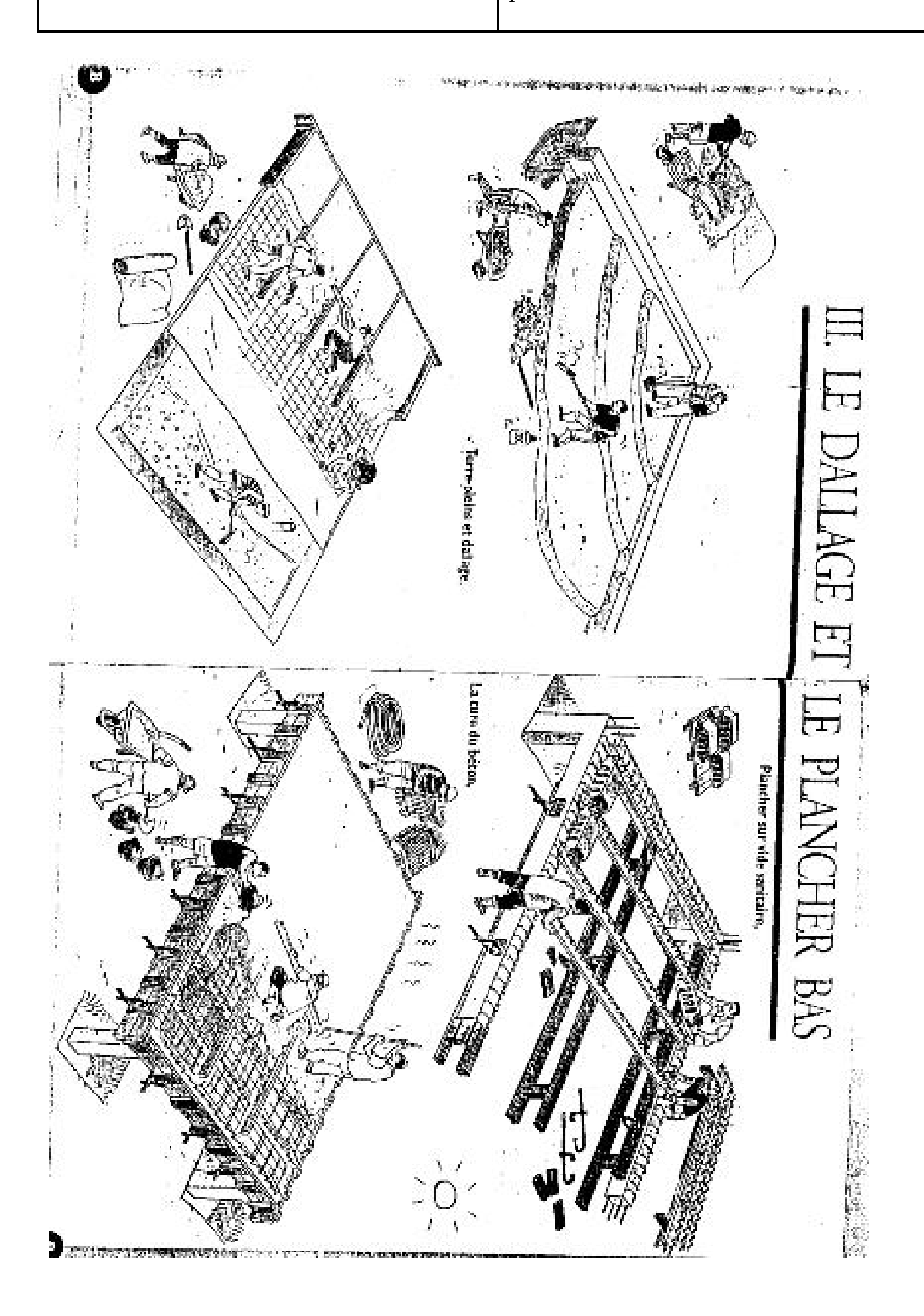
90
a
e
a Vide entre barreaux : ≤ 11 cm.
e Vide en partie basse ≤ 5 cm si l'escalier ne possède pas de limon.
d
90
e
d Vide entre éléments inclinés : ≤ 18 cm.
Si l'escalier possède un limon :
e ≤ 18 cm.

Vous trouverez ci-dessous les phases de réalisations des différents éléments constituants un bâtiment.

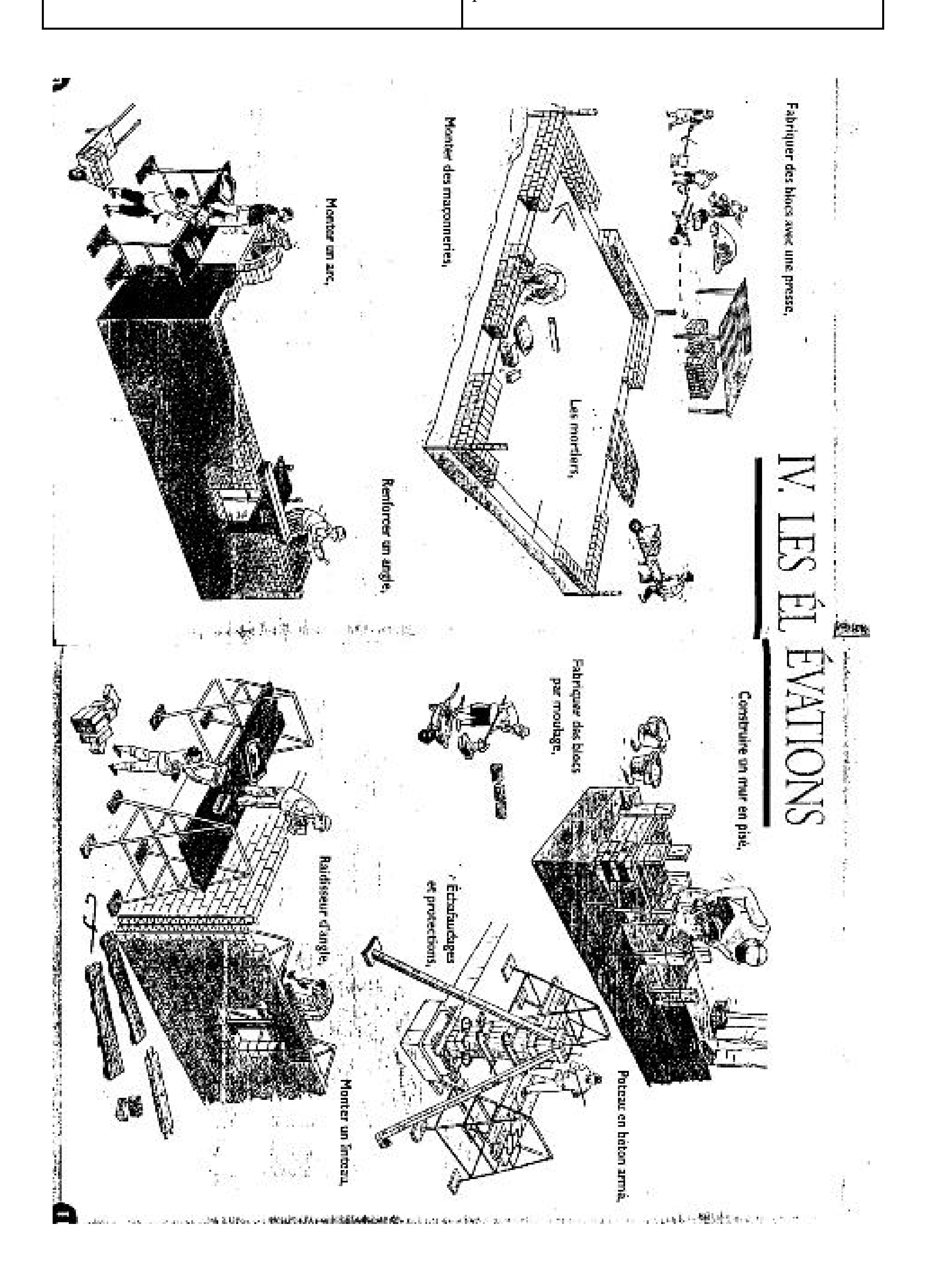




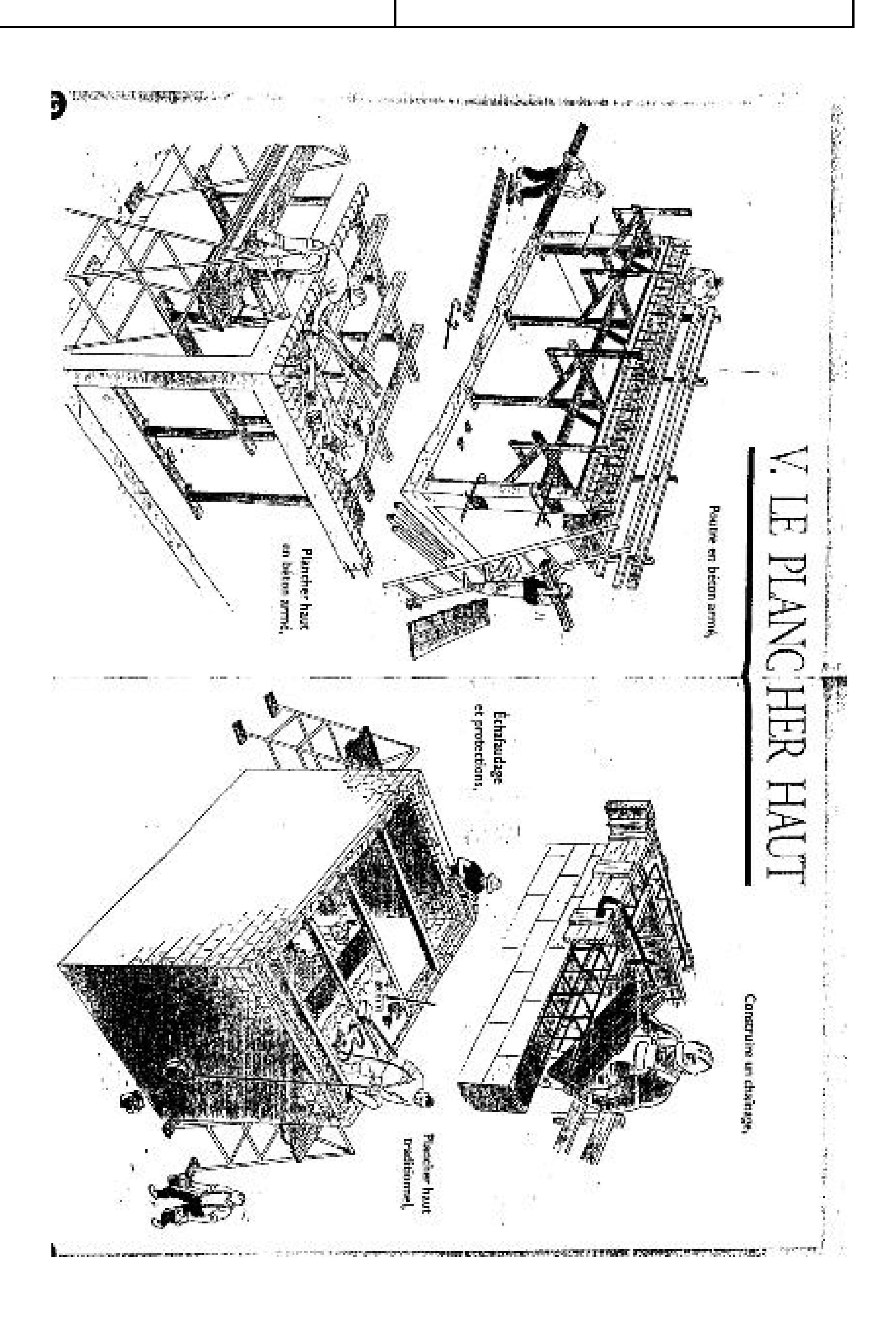
II. LES FONDATIONS
Préparer le béton.
Transporter et mettre en œuvre le béton.
Monter des armatures.
Semelles filantes.
Fabriquer un coffrage.
Murs de soubassement.
Semelles isolées.



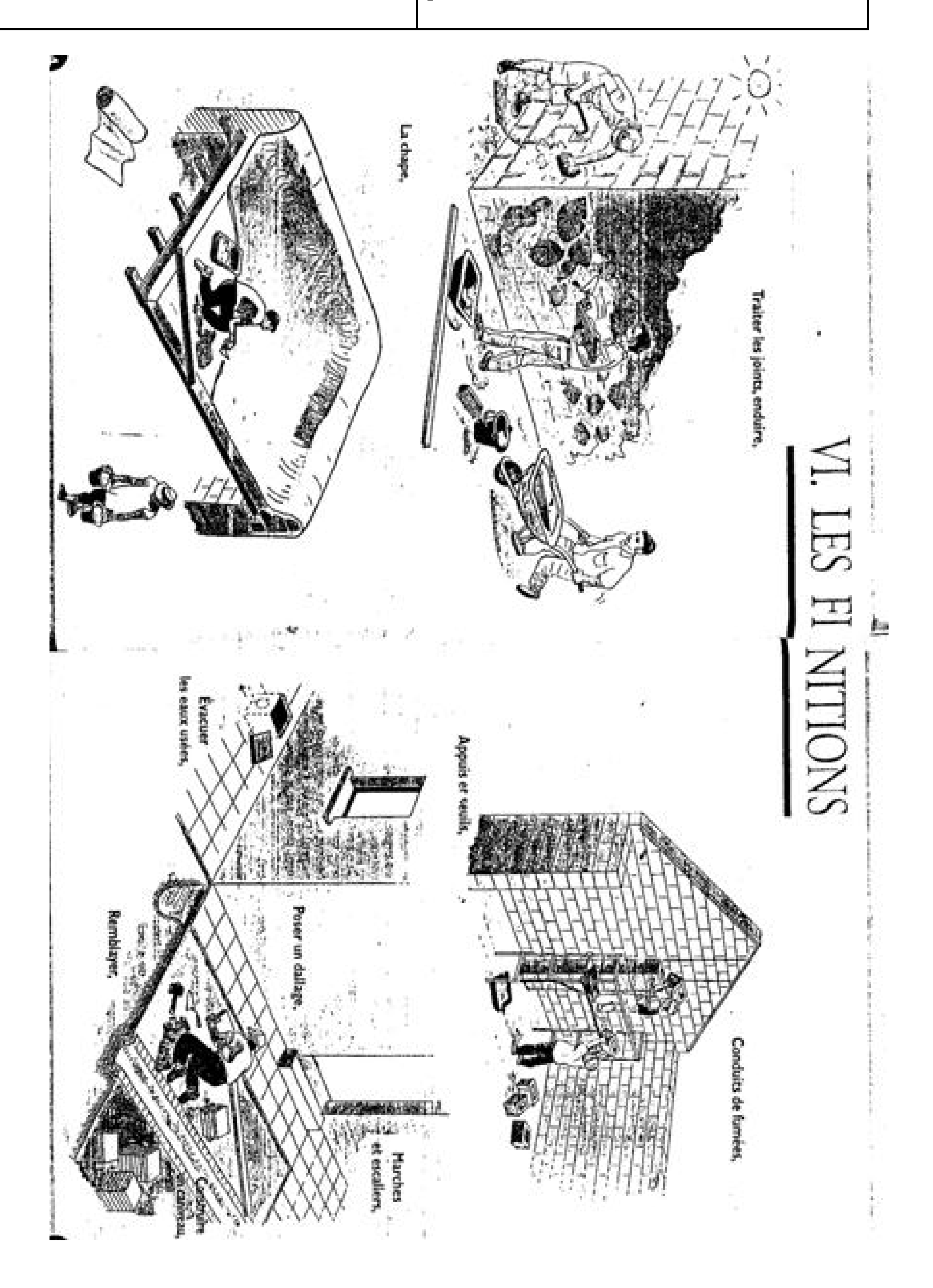
III. LE DALLAGE ET LE PLANCHER BAS
Terre-pleins et dallage.
La cure du béton.
Plancher sur vide sanitaire.



IV. LES ÉLÉVATIONS
Fabriquer des blocs avec une presse.
Les mortiers.
Monter des maçonneries.
Monter un arc.
Renforcer un angle.
Construire un mur en pisé.
Fabriquer des blocs par moulage.
Échafaudages et protections.
Poteau en béton armé.
Raidisseur d'angle.
Monter un linteau.



V. LE PLANCHER HAUT
Poutre en béton armé,
Plancher haut en béton armé,
Échafaudage et protections,
Construire un chaînage,
Plancher haut traditionnel,


VI. LES FINITIONS
Traiter les joints, enduire,
La chape,
Appuis et seuils,
Conduits de fumées,
Évacuer les eaux usées,
Poser un dallage,
Remblayer,
Marches et escaliers,

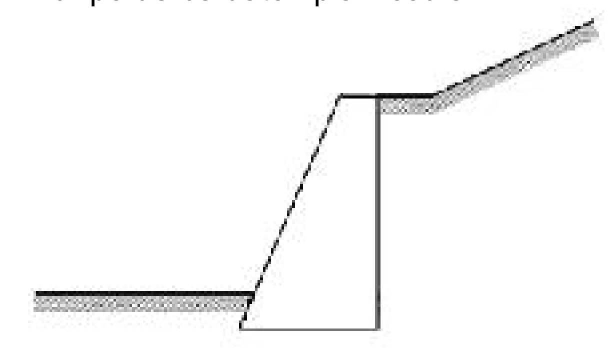
D-MURS DE SOUTENEMENT

- À quoi sert un mur de soutènement ?
- Quels sont les différents types de murs de soutènement qui existent ?
- Quelles sont les différentes charges qui peuvent être appliquées sur un mur de soutènement ?
- Quelles sont les réactions du sol sous le mur face aux charges ?
- Quels sont les sollicitations ou contraintes internes auquel un mur de soutènement peut être soumit ?

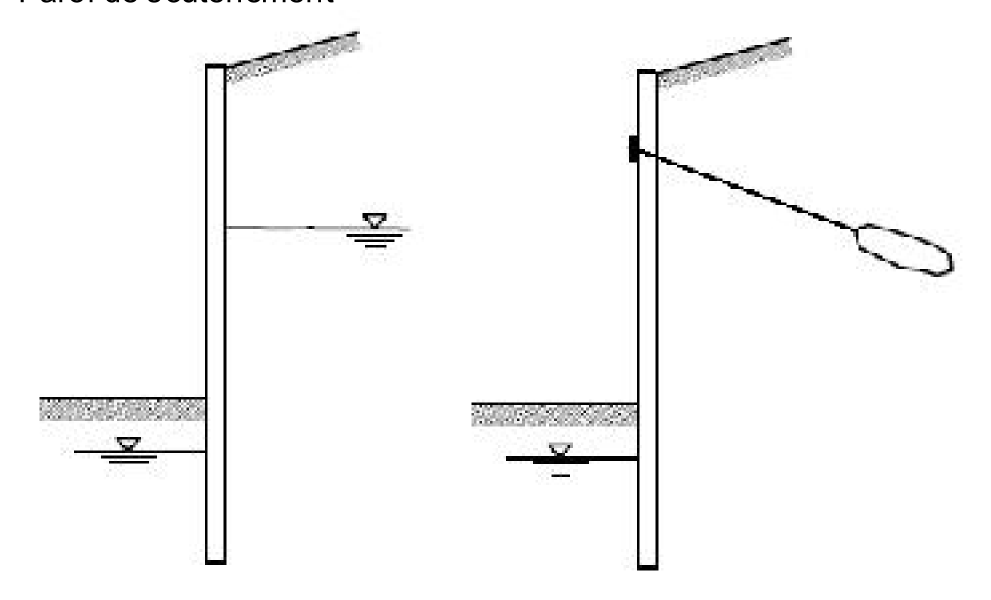
Un mur de soutènement sert à gagner de l'espace. Si on désire enlever un volume de sol gênant d'un terrain en talus, le sol restant pourrait ne pas maintenir la pente désirée si elle est trop verticale, alors on peut installer un mur de soutènement pour le supporter latéralement à l'angle voulu.

Il existe différents types de murs de soutènement :

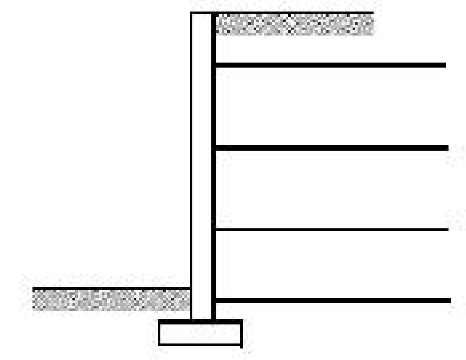
- Mur poids de béton plein coulé



- Paroi de soutènement



- Parements divers (maçonnerie, panneau, etc.) renforcés de grilles



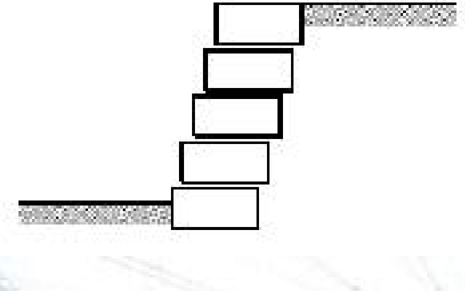








- Gabions, blocs de béton, blocs de roc

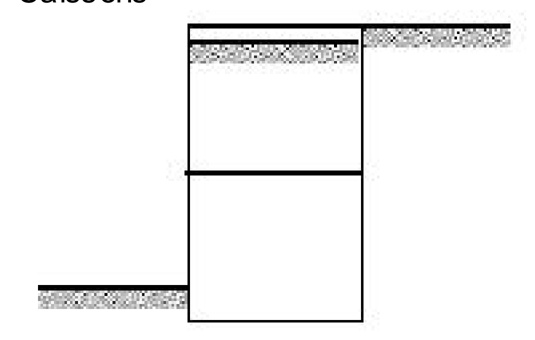




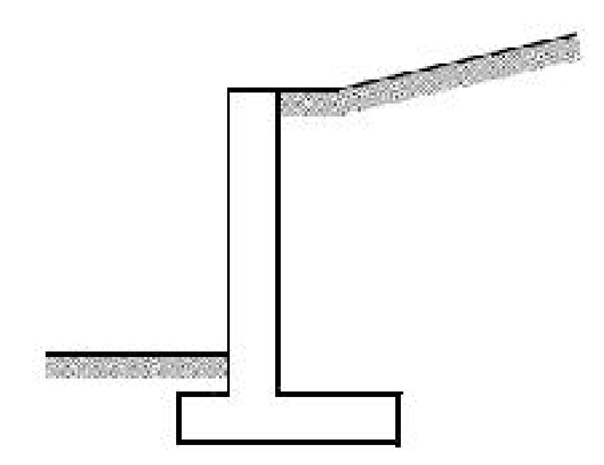




- Caissons



- Porte-à-faux en béton armé



Un mur de soutènement peut être soumit à différentes charges telles que :

- Charge ou poussée latérale du sol sur le mur, sous forme de charge ou pression, qui peut varier entre 20% à 100% de la pression verticale causée par le poids du sol. Généralement, cette poussée latérale est environ 50% de la charge verticale.

- Charge verticale du sol si celui-ci est déposé sur la semelle du mur.
- Charge verticale du mur causée par son propre poids.
- Charge latérale de retenue du sol de l'autre côté du mur.

Face à ces charges, le sol sur lequel le mur s'appui, subit une contrainte. Le sol réagit donc en faisant des réactions comme :

- Force de frottement du sol sur le dessous du mur pour l'empêcher de se déplacer latéralement.
- Poussée verticale du sol pour empêcher le mur de s'enfoncer dans le sol.
- Poussée latérale du sol du côté bas du mur pour l'empêcher de se déplacer latéralement.
- Force de friction du sol sur les grilles pour les empêcher de glisser.

Les sollicitations que subit un mur de soutènement sont multiples. C'est les charges d'un côté et les réactions du sol de l'autres qui font forcer le mur et créent les sollicitations dans celui-ci.

- Cisaillement du mur.
- Flexion du mur et de la semelle.
- Tension dans les grilles.
- Cisaillement dans le sol.

Les modes de ruines du mur, ou de perte de stabilité, sont nombreux :Exposé

- Glissement latéral du mur sur le sol.
- Enfoncement du sol sur le devant du mur causant son renversement.
- Soulèvement arrière du mur causant son renversement.
- Cisaillement du mur.
- Flexion du mur ou de la semelle.
- Arrachement des grilles par glissement ou par brisure en tension.
- Rupture de pente.
- Séisme.

E -MODE D'EXECUTION DES TRAVAUX DE VOIRIE

Matériels d'exécution chaussée :

- Chargeuse
- Niveleuse
- Compacteur
- Camion transports et camion citerne de l'eau
- Répandeuse
- Finisseur :

Chargeur:
Chargeur est un engin très mobile, souple et rapide. Un godet travaillant toujours en butte est monté sur deux bars articulés. Cet ensemble ne peut se mouvoir que dans un plan vertical. Il est monté sur un tracteur. Le godet se charge à l'avancement.



Niveleuse:
C'est l'engin par excellence pour étaler des matériaux et pour les niveler la niveleuse prendre divers positions:
Rotation complète autour d'un axe vertical, par l'intermédiaire d'une couronne
Rotation autour d'un axe longitudinal de l'ensemble lame et couronne, la lame sur elle-même, permettant de la déporter sur la droite ou sur la gauche
Inclinaison de le lame sur l'avant (réglage) ou sur l'arrière (décapage).
La niveleuse permet donc:

- Le réglage et le nivelage de remblai
- Le dressage de talus
- Le surfaçage, la mise en cordon, le épandage et le réglage des matériaux.



Compacteur :
Le classement de cet engin est basé sur la charge pour roue CR (que l'on obtient facilement en divisant la charge totale de l'engin correctement lesté par le nombre de roue)

La charge par roue conditionne l'efficacité en profondeur tandis que la pression de gonflage des pneus conditionne l'efficacité superficielle.

Le compacteur permet de :
- Compacter les soles et les matériaux
- Régler

Le compactage à pour objectif de ramener la teneur en vide du sol à un niveau voisin de la teneur en vides qu'il avait avant extraction.



Les Camions:

Le transport des matériaux peut se faire aux moyens des camions ou autre engins.

De nombreux constructeurs proposent dans leur gamme de véhicules, un ou plusieurs modèles adaptés aux grands chantiers. Ces camions permettent généralement d'effectuer le transport des matériaux de façon satisfaisante et souple.



La répandeuse :

La répondeuse de liant est capable de répandre un dosage donné de liant compris dan une fourchette 0.7 a 2.5 Kg 1m2.
Elle est constituée par :

- Une citerne calorifugée (et équipée d'un système de réchauffage) montée sur un châssis de camion dont la capacité est comprise entre 5 et 9 m3
- Une rampe de répandage du liant, dont la largeur de base (2.5m) peut être portée à près de 4m grâce à deux rallonges
- Un système de dosage et de contrôle du liant des abaques sont fournis par le constructeur, donnant le dosage en fonction de la largeur de répandage et de la vitesse d'avancement.



Finisseur :

Il a été conçu pour la mise en œuvre d'enrobés chaude, mais il convienne également à la mise en œuvre des graves traitées à froid moyennement quelques aménagements spécifiques. Est une matériel mobile et auto nivelant.

Ce matériels se composé:

- D'un châssis tracteur sur chenilles ou sur pneus
- D'une table flottante appelée communément



Définitions

a- TERRASSEMENTS ROUTIERS

Terrasser, c'est extraire, transporter et éventuellement utiliser un sol naturel en vue de construire un ouvrage (tranchée remblai, tunnel, etc.) ou de servir d'assiette a un ouvrage (fondation, piste d'aérodrome, etc.)

Nous limiterons aux terrassements routiers, c'est-à-dire à la construction de tranchées et de remblais.
On distingue dans l'exécution des terrassement trois phases essentielles:

- L'extraction,
- Le transport,
- La mise en remblai ou en dépôt (qu'il nous arrivera de découper en plusieurs parties).

b- COMPACTAGE

A l'état naturel ou remanie (remblai) un sol contient en général beau coups de vides, sa résistance est faible et des tassement se produisent sous les charges pour obtenir une bonne (portance) il faut compacter le sol.

C'est-à-dire réaliser la disposition des grains qui donne la densité maximum.

En effet l'angle & croit en raison inverse de l'indice des vides

& = $\frac{V}{1 - V}$

Ou V : est le volume des vides dans l'unité de volume du sol. En outre le compactage a généralement pour effet de réduire les possibilités d'imbibition du sol, et par conséquent sa sensibilité a l'eau.

Pour compacter, on utilise des engins tels que rouleaux à pied de mouton, à pneu, vibrateur, qu'on fait circuler sur le sol, au de la d'un certain nombre de passage, la compacité e augmente plus, l'énergie de compactage que peut fournir à un sol un engin donnée est limitée, si l'on voulait compactage plus fort, il faudrait prendre un matériau plus lourd.

Pour obtenir avec un engin donné le compactage le plus poissé, il faut donner au sol une certaine teneur en eau optimum.

Une petite quantité d'eau agit comme lubrifiant et facilite l'opération, un axés d'eau empêche la résorption des vides on détermine cette teneur en eau par essai PROCTOR,

Travaux de terrassement en remblai :

Avant tout commencement des terrassements l'entreprise entamera toutes les déviations des réseaux techniques qui traversent le terrain, donc il faut prendre les mesures nécessaires pour éviter toute détérioration des ouvrages existants.

Les terrassements pour ouverture de la plate-forme de mise a profil des assises de chaussées seront exécutes mécaniquement les déblais excédentaire ou impropre au remblai seront évacues à la décharge.

Les remblais seront exécutes par couche successives de 20 cm d'épaisseur maximal soigneusement compactées jusqu'à l'obtention d'une compacité égaler de 98% du proctor normal.

Les remblais seront exécutes au moyen du terre provenant des déblais.

- Le remblai: c'est rapporter des terres, afin de relever ce niveau.
- Les sols de remblai sont des matériaux naturels" constitués des grains pouvant se séparer aisément.
- Les grains peuvent être de dimensions très variables, des argiles aux blocs.

La mise en œuvre du remblai :

- Décapage de la terre naturel,
- Réglage de la surface décapée par arrosage suivi par compactage,
- Etalage de la première couche des matériaux pour remblai jusqu'au l'épaisseur de 0.25m suivant de ce qui est prescrite dans le C.P.S,
- Arrosage et malaxage,
- Etablage de la deuxième couche de 0.20m sur la première couche,
- Arrosage et malaxage
- Réglage et compactage,
- Etablage de la troisième couche et ainsi de suite jusqu'au le niveau souhaité.

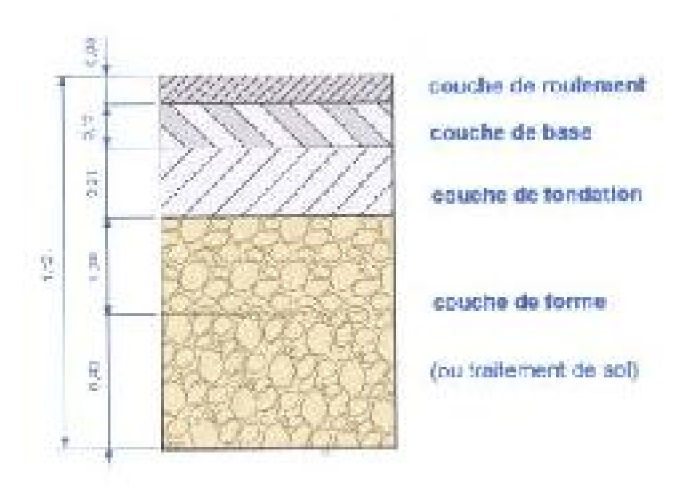


Exécution des chaussées

Les travaux seront exécuter conformément aux plans profils en long et profil en travers et le C.P.S
Mise en œuvre de la couche de fondation de base

1) Approvisionnement:

On procédera à l'approvisionnement du tout - venant en tas a partir des stocks constitue l'espacement des tas sera calcule de façon à correspondre à la quantité nécessaire à répandre au m2 de chaussée compte tenu du coefficient de foisonnement



2) répandage :

Le tout-venant sera étale en deux couches (type 1:0/60 G.N.F, type2 :G.N.A 0/31.5) à la niveleuse qui devra opérer en une ou plusieurs passe de façon a réaliser un brassage du matériau permettant l'obtention de couche homogènes



Pendant son répandage, le tout-venant sera arrose de telle sorte qui sa teneur en eau soit porter a une valeur supérieur de deux points à celle correspondant à l'optimum de l'essai POROCTOR modifie (O.P.M) la lame de niveleuse sera constamment chargée au maximum et orientée autant que possible perpendicu1airement au sens de la marche.

Cette dernière sera périodiquement inverse ainsi que le sens de cheminement du matériau le long de la lam.

3) compactage

Au moment de réglage et du compactage de chaque couche de la fondation, la teneur en eau devra être maintenue au niveau de celle correspondant à l'O.P.M

Le compactage devra être réaliser au moyen de cylindres a pneus et conduit de façon à obtenir pour la couche de fondation, une densité sèche égale a 95% de la densité sèche correspondant à l'O.P.M et 98% en ce qui concerne la couche de base





4) Pose de Bordures de Trottoir :

Les bordures en trottoirs seront préfabriquées elles devront former un alignement rigoureux. Elles seront posées sur une forme en béton maigre de 0,l d'épaisseur sur la 1 ère couche de GNF avec réglage au mortier de ciment.
Les joints seront exécuter au mortier dose à 350kg de ciment par m3 tous terrassement nécessaire



5) Revêtement:

Revêtement bicouche : exécuter à l'aide d'un répondeuse

a) **l'imprégnation**:



L'imprégnation sera réalisée sur toute la largeur de la couche de base.
Elle ne pourra éventuellement être livrée à la circulation qu'après 48 heures de séchage
Les dosages à mettre en œuvre sont les suivants:
1ere couche : 1,6kg de cut-back 800/1400 au m2
15 litre de gravillon 10/14 au m2

b) revêtement en enrobé dense à chaud :

Le revêtement en enrobé dense à chaud de 5cm d'épaisseur et sera de la classe 0/10
Il sera mis en œuvre mécaniquement suivant les pentes fixées par les profils en longs et en travers du projet a l'aide d'un Finisseur



Immédiatement après le réglage avant le cylindrage, la surface sera vérifiée pour corriger les irrégularités, enlever les impuretés ou accumulation de matériaux mal enrobes et les remplacer par un matériaux satisfaisant. Et sera après compacte à l'aide d'un compacteur vibrant, et autre à pneu.

Le grave bitume doit avoir les performances suivantes:

- Compacité L C P C % : minimale 91% Maximale 95%
- Résistant a la compression en bars avec bitume 40/50>70 kgs
- Rapport immersion / compression supérieurs a 0,75
- Compacité MARSHALL en % maximale à 96
- La température du béton bitumineux au moment de la mise en œuvre sera comprise entre 125° C et 140°C

Matériels d'exécution des couches du revêtement:

- Répondeuse: -Imprégnation (arrosage) de le couche de base
- Finisseur : répandage de l'enrobe
- Compacteur à pneu: compacter la couche d'enrobe
- Compacteur vibrant: compacter la couche d'enrobe

F- Réaliser les différents types de canalisations

LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENTS

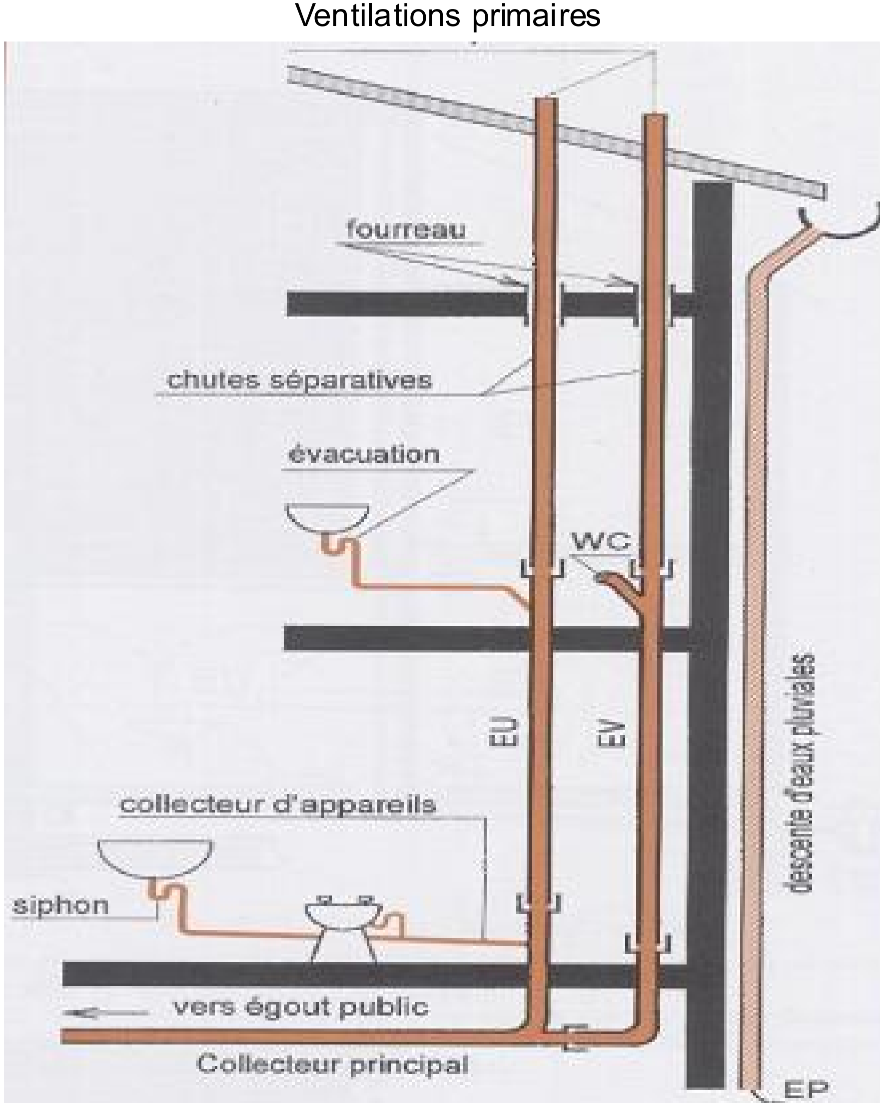
Provenance des eaux :

Les eaux à évacuer des bâtiments d'habitation et des annexes sont les suivantes :

- **Les eaux pluviales (EP)**, évacuées par les toitures, les dallages extérieurs, les rampes de garage, le drainage périphérique ;
- **Les eaux vannes (EV)** qui proviennent des WC ;
- **Les eaux usées (EU)** ou ménagères qui proviennent des appareils de cuisine et de salles de bains (éviers, machine à laver, lavabo, douche, baignoire, etc.).

Remarque : Les eaux domestiques sont constituées de l'ensemble (eaux vannes + eaux usées).

Ventilations primaires



Les différents réseaux d'assainissement

1. Réseaux publics

Le raccordement est obligatoire pour tout immeuble ayant accès au réseau public d'assainissement.
La conception du système d'assainissement communal est de type séparatif ou unitaire.

a) Système séparatif :

Le système séparatif est constitué de deux réseaux :

- Un collecteur d'eaux pluviales : réseau EP ;
- Un collecteur d'eaux usées : réseau EU pour les eaux vannes et ménagères.

Les deux réseaux sont placés en parallèle. Le collecteur d'eaux pluviales a un diamètre plus important que celui des eaux usées et soit positionné à un niveau plus bas dans la voie publique. C'est le système le plus répandu en raison du moindre volume d'eau à traiter et à épurer.

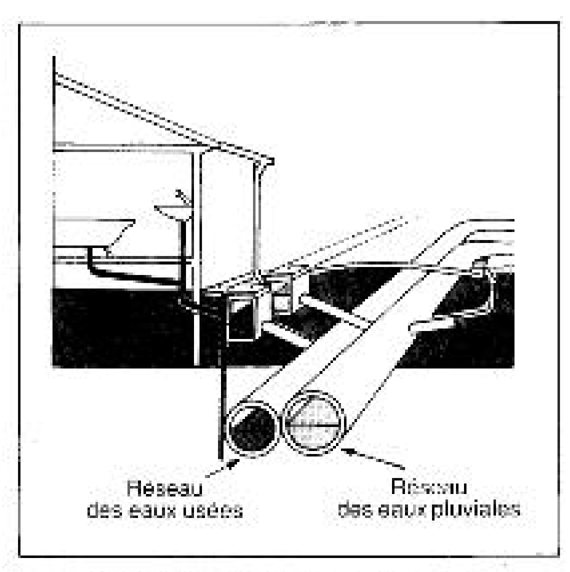
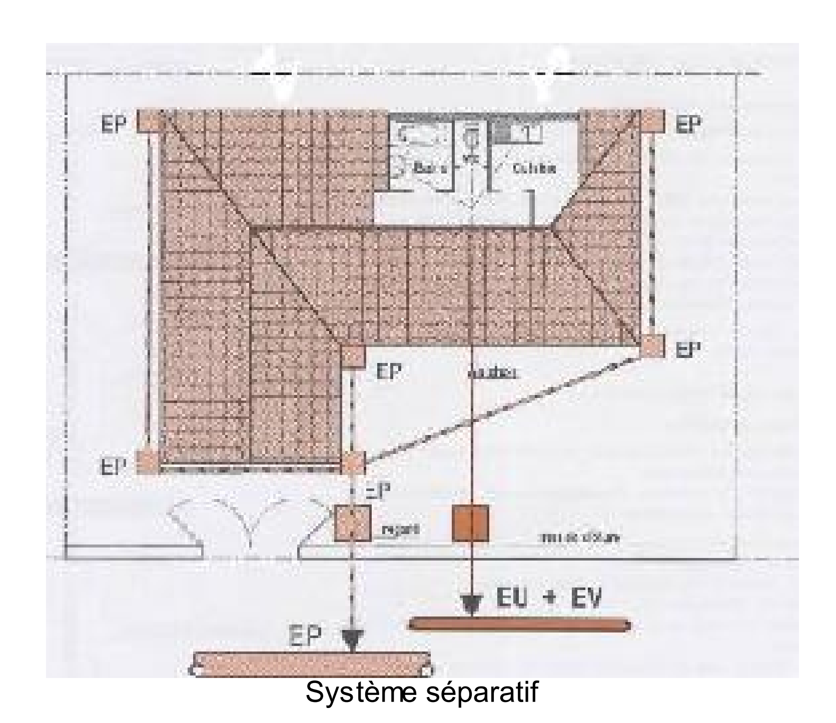


Figure 1 Système de collecte séparatif.

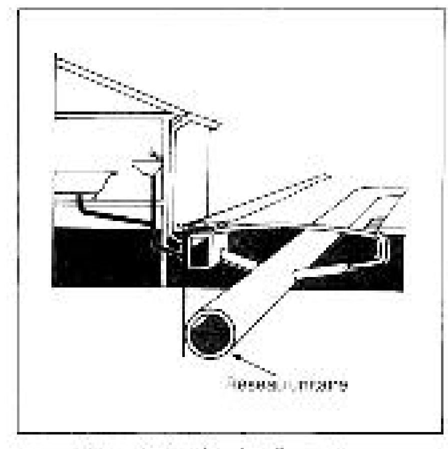
Conditions générales dans le cas d'un réseau séparatif existant :

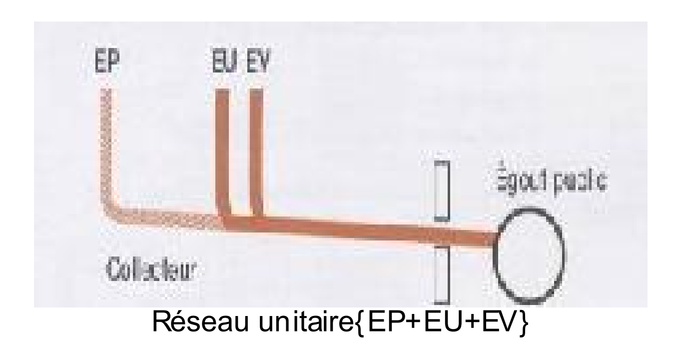
Le règlement de branchement d'égout pour une maison individuelle doit être accompagné d'un plan et d'un profil en long du tracé des canalisations et des ouvrages accessoires.
L'emplacement et la profondeur à la sortie sur la voie publique devront être précisés.
La pente des canalisations ne sera pas inférieure à 3 cm/m.
Le raccordement au réseau EP sera réalisé par des canalisations de diamètre 125mm.
Le raccordement au réseau EU sera réalisé par des canalisations de diamètre 100mm.



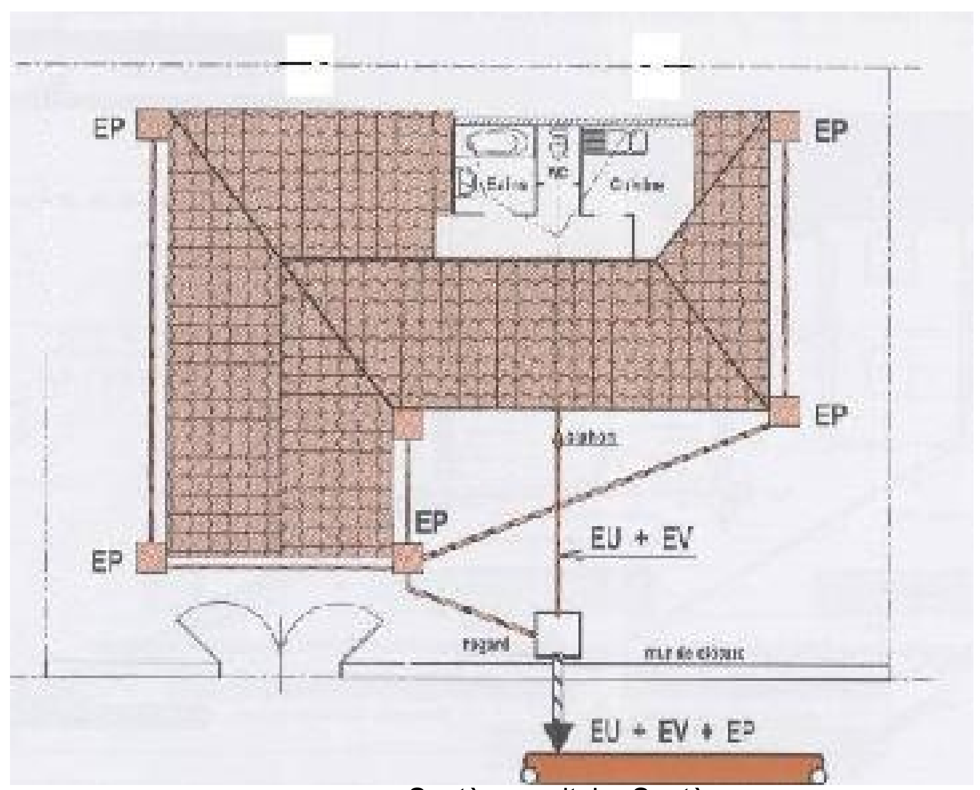
Système séparatif

b) Système unitaire :
Il est constitué d'un seul réseau qui reçoit les eaux pluviales et les eaux usées dans le même collecteur.





Réseau unitaire{EP+EU+EV}



Système unitaire Système

2. Réseau d'assainissement autonome

L'assainissement autonome, ou individuel, est l'ensemble des mesures, travaux et équipements qui assure la collecte, le prétraitement, l'épuration, l'évacuation des eaux usées et eaux vannes.

L'assainissement autonome consiste à traiter en particulier, dans le cadre d'une maison individuelle par exemple, et si le terrain environnant permet :

- Les eaux ménagères ou usées en provenance des éviers, des lavabos, des baignoires ou des douches.
- Les eaux vannes en provenance des WC, de manière à les épurer par un système d'assainissement détaillé ci-après avant de rejeter les eaux polluées ou chargées dans le milieu naturel.

Remarques :

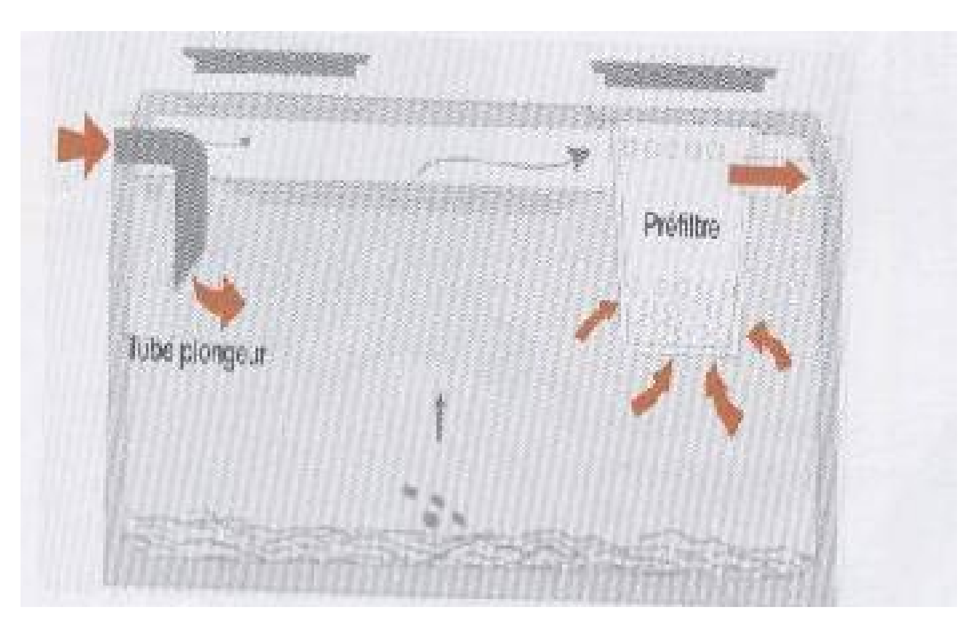
- Les eaux pluviales sont généralement rejetées dans le milieu naturel.
- L'évacuation des eaux pluviales ne doit en aucun cas être dirigée vers les équipements de prétraitement.

Dispositifs de traitement

a) fosse toutes eaux

Les fosses toutes eaux sont fabriquées en béton ou en polyéthylène elles reçoivent l'ensemble des eaux domestiques.

La hauteur d'eau dans la fosse doit être supérieure à 1 mètre, et la ventilation doit permettre d'évacuer les gaz nocifs.



Fosse toutes eaux en béton vibré avec préfiltre



Fosse toutes eaux en béton vibré avec préfiltre

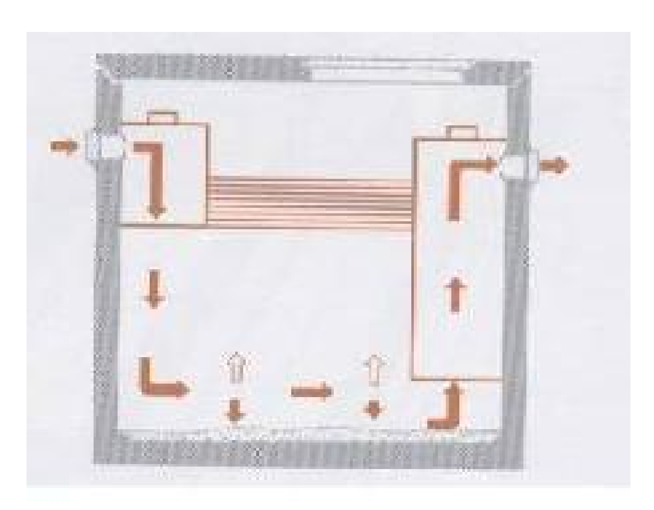
b) Microstation

Une microstation est une station d'épuration de dimensions réduites, généralement à boues activées avec un compartiment d'activation par agitation mécanique. Elle a une capacité souvent supérieure ou égale à 2 500 litres pour les habitations comportant jusqu'à 6 pièces. Les microstations d'épuration sont très peu utilisé dans le cadre de la maison individuelle.

c) Bac dégraisseur

Facultatif, il capte les graisses de cuisines avant de diriger les eaux usées vers la fosses toutes eaux.

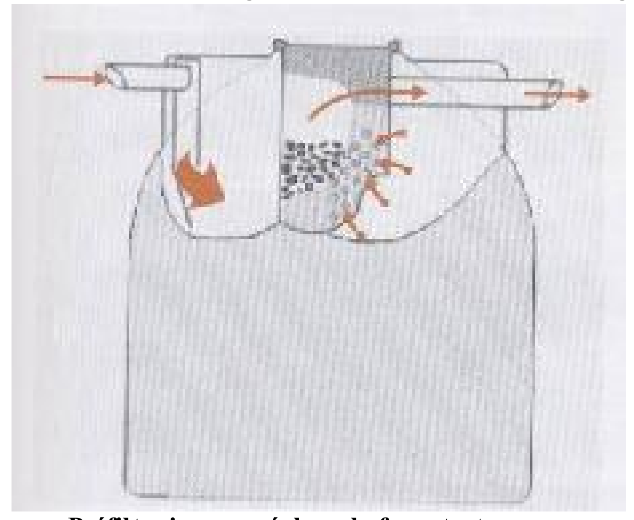
Il a un volume minimal de 200 litres pour la desserte d'une cuisine. Il sera placé à moins de 2 mètres de l'habitation et avant la fosse toutes eaux pour l'écoulement.



Séparateur à graisses 2 à 20l/s

d) Préfiltre :

Il est parfois incorporé dans la fosse toutes eaux pour assurer la rétention des matières en suspension et la protection de l'épandage des risques de colmatage.



Préfiltre incorporé dans la fosse toutes eaux

3. Principe de ventilation

a) Condition de fonctionnement de l'ensemble du système :

Le système de prétraitement (fosse toutes eaux) génère des gaz qui doivent être évacués par une ventilation efficace nécessitant une entrée d'air à l'amont et à l'extérieur, et un rejet d'air vicié à l'extérieur par une conduite située en aval de la fosse.

b) Conception de la ventilation

- L'entrée d'air est assurée par la canalisation de chute des eaux domestiques, prolongée en utilisant un même diamètre jusqu'à l'air libre au-dessus du toit.
- La sortie d'air vicié s'effectue par l'intermédiaire d'une conduite de diamètre minimal 100 mm, en sortie de fosse toutes eaux ou avant l'épandage dans un regard étanche. Cette conduite doit émerger au-dessus de la toiture et des locaux habités.

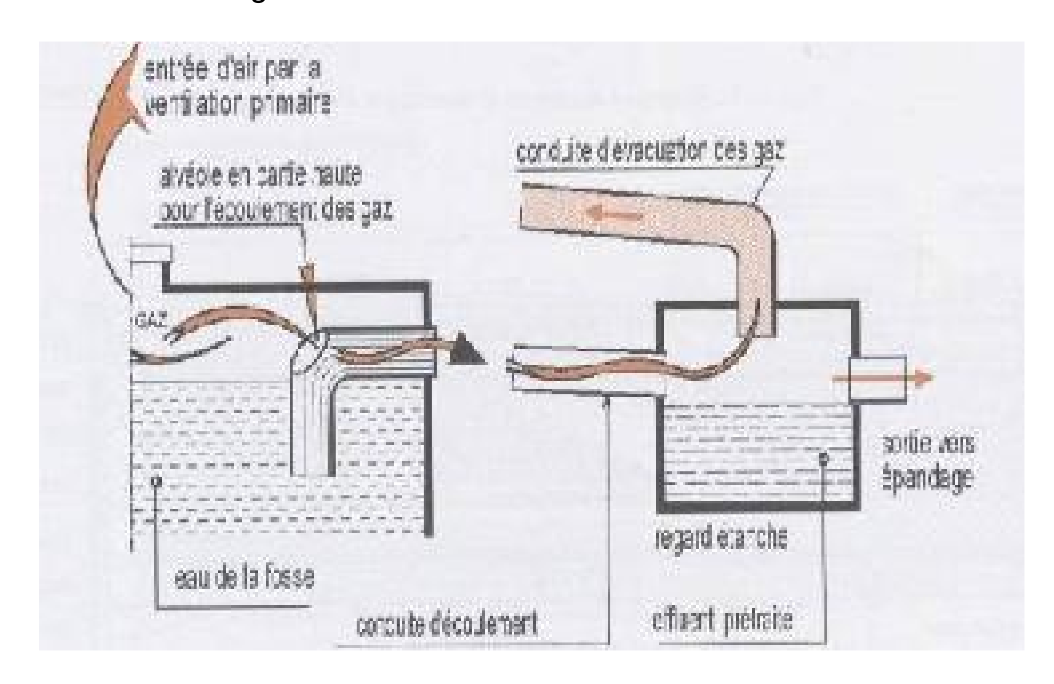
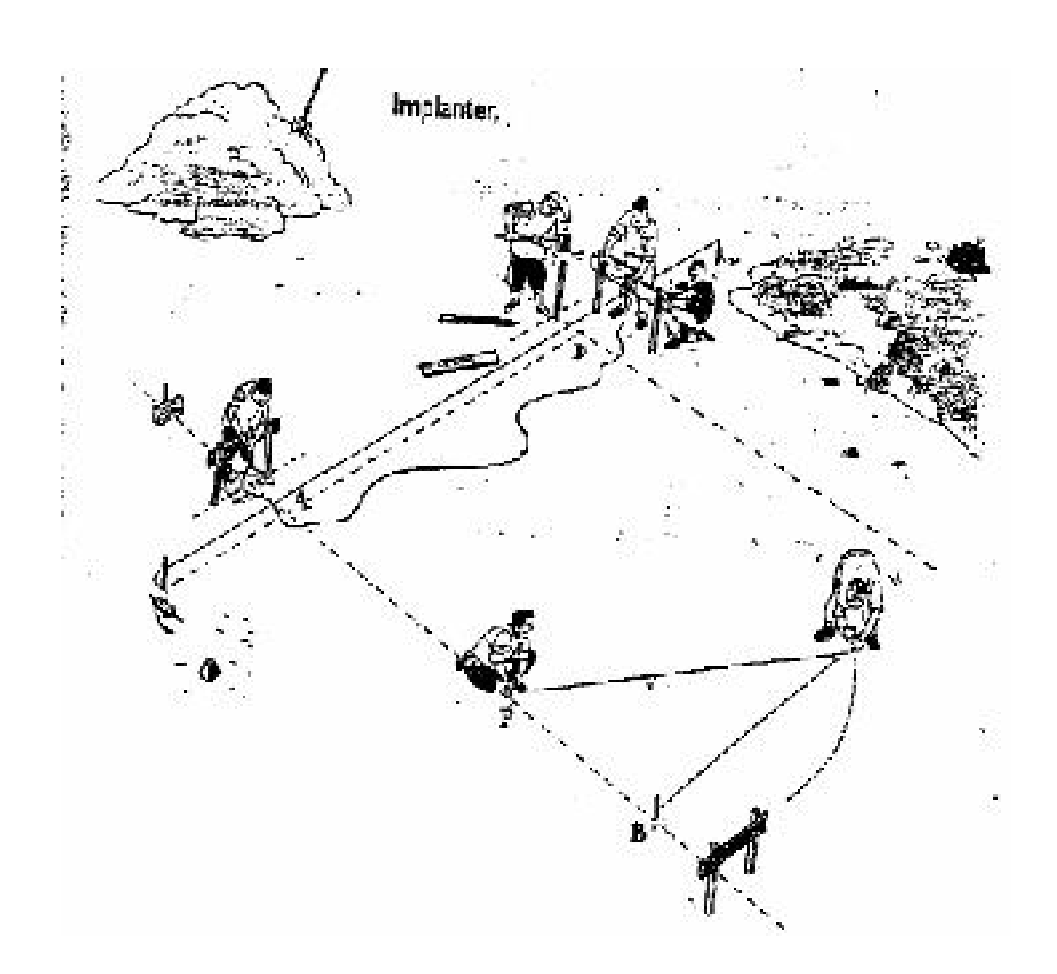


Schéma de principe d'évacuation des gaz dans la fosse

Réalisation des différents types de canalisations

Implantation :

- cette étape commence par l'implantation générale de l'axe d'ouvrage, qui se fera à partir bornes rapprochées
- Matérialisations des limites extérieures des fouilles de l'ouvrage a l'aide de la chaux ou d'autre produits



Terrassement assainissement:

Après le traçage du trancher, on passe au terrassement du trancher en utilisant des engins différents vu la nature du sol

Terrassement tranché terrain rocheux:

Dans ce cas, on utilise des pelles mécaniques ou hydrauliques et des marteaux piqueurs

Terrassement tranché terrain naturel:

Dans ce cas on utilisent des pelles, et des chargeuses, ça dépens du fond du tranché



Réglage tranché:

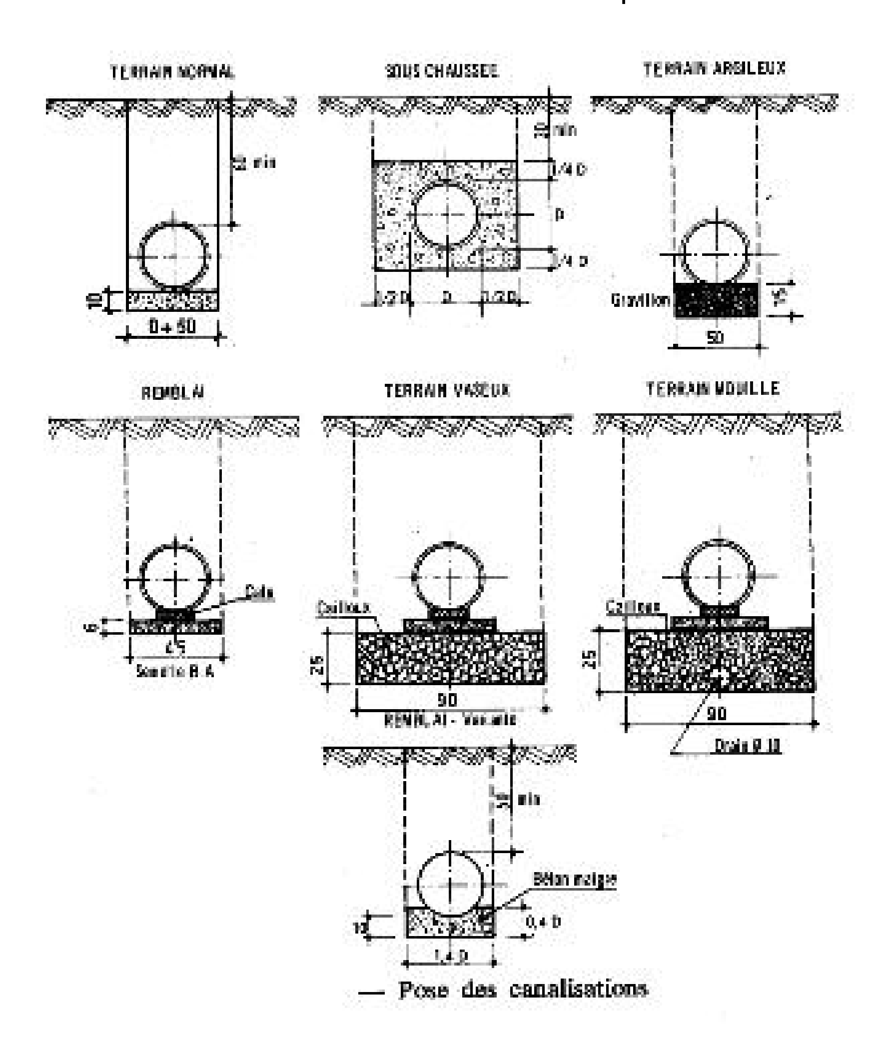
Le réglage du tranché et l'une des étapes a ne pas négliger, c'est régler le fond

Du tranché ainsi que les parois du tranché.



Pose de canalisations :

- Les canalisations peuvent être placées en méthodes suivantes :
  - dans le terrain naturel – la solution la plus courante;
  - dans les galeries accessibles;
  - dans un remblai des fouilles;
  - dans un remblai créé pour surhausser le terrain;



— Pose des canalisations

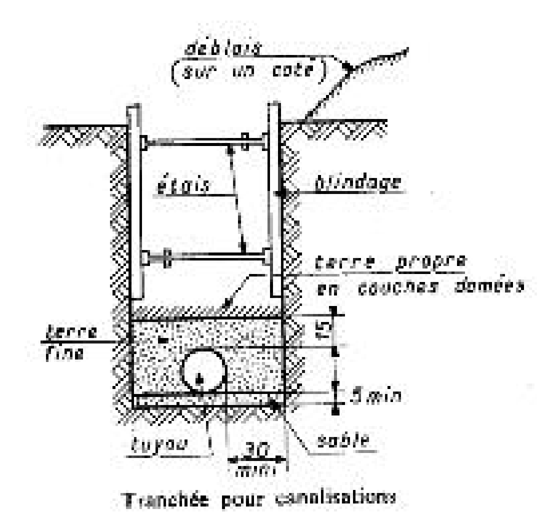
- Le tracé d'une canalisation doit respecter les règles suivantes :
- au départ avoir une cote de fil d'eau en dessous du niveau d'arrivée des chutes du plombier : 70 cm au moins sous le sol du RDC (sans cave); 50 cm sous le sol du sous-sol;
- avoir une pente suffisante pour permettre l'auto curage, mais aussi faible que possible afin de réduire l'importance des fouilles;
- prévoir des entrées d'eau avec dessablage;
- éviter l'entrée de gros éléments : toutes les entrées doivent être équipées de grilles ou de paniers;
- être adapté au relief du terrain, pour éviter des tranchées profondes;

- être le plus rectiligne possible et ne changer de direction qu'au droit des regards de branchement afin de réduire le nombre des regards nécessaires à l'emplacement des coudes;
- ne pas emprunter l'emprise d'un bâtiment futur;
- éviter les arbres;
- cheminer de préférence sous les trottoirs, les espaces verts plutôt que sous les chaussées de desserte importante;
- avoir une hauteur de couverture minimale;

▪ En ce qui concerne les accessoires, tampons et grilles, les normes ont fixés :

- cadres et tampons carrés de 30, 40, 50 cm de côté,
- cadres et tampons ronds de 60, 70, 80 cm diamètre;
- grilles à carré de 20, 25, 30, 40, et 50 cm;
- grilles rectangulaires de 50 x 20 cm, 50 x 25 cm et 50 x 30 cm de largeur;

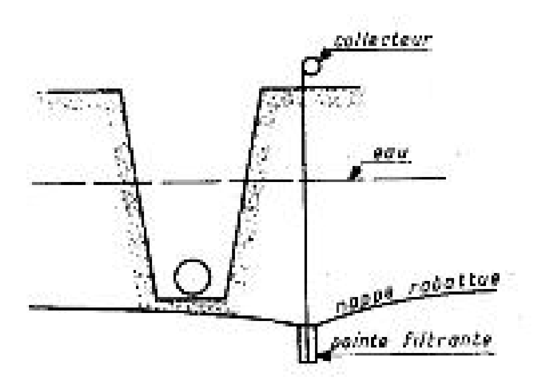
▪ La pose de la canalisation s'effectue dans une tranchée et sa largeur, fonction de sa profondeur et du diamètre de la canalisation, doit être suffisante pour permettre la mise en place de la canalisation compte tenu de blindage nécessaire :



Tranchée pour canalisations

▪ Les tuyaux sont posés soit sur un lit de sable ou de grave de 10 cm, disposé sur toute la largeur de la tranchée, soit sur le terrain naturel si celui-ci présente des caractéristiques analogues. Ce lit de pose est dressé, le fond de fouille ayant été soigneusement débarrassé des cailloux ou autres éléments durs;
▪ Il est déconseillé de poser une canalisation dans le remblai d'une fouille : celui-ci se tasse, ce qui entraîne des désordres dans les joints, puis des fuites qui à leur tour aggravent le phénomène;
▪ La pose par fonçage est utilisé dans le cas, relativement peu fréquent, où il faut passer une canalisation sous une route ou une voie ferrée en service.

▪ Cette méthode évite de couper la circulation pour l'exécution d'une tranchée classique et le principe consiste à pousser un tuyau dans le remblai à l'aide d'un puissant vérin placé dans une fosse;
▪ Dans le cas que la profondeur d'une canalisation tombe dans une nappe de l'eau, on doit prévoir des drains en extérieur pour descende le nappe, comme sur le schéma suivante :



Les essais des canalisations

- Ayant de remblayer la tranchée, il est indispensable de soumettre le réseau à un essai d'étanchéité, qui concerne essentiellement les joints, mais permet de vérifier également si un élément n'est pas fêlé;
- L'essai consiste à mettre en pression un tronçon de canalisation sans avoir de fuites aux joints. On opère entre deux regards consécutifs de la manière suivante :
  - l'extrémité aval est bouchée par un tampon étanche;
  - le regard amont est rempli d'eau sur une hauteur de 70 cm au plus, qui doit être gardé à tour de 24 heures sans descendre son niveau;
- L'alignement est également vérifie (contre-pentes) et cela est facilité par l'emploi d'appareils à rayon laser;

Remblai des tranchées

- Le remblai des tranchées doit être effectue avec soin afin d'augmenter la résistance de la canalisation aux efforts extérieurs;
- Les recouvrements minimaux au-dessus de la génératrice supérieure sont les suivantes :
  - collecteurs amiante-ciment jusqu'à Ø 150 mm : 60 cm;
  - collecteurs amiante-ciment de 200 à 400 mm : 80 cm;
  - collecteurs amiante-ciment supérieur à 400 mm : 1,0 m;
  - collecteurs en PVC : minimum 80 cm et maximum 3,0 m;

La couverture est constituée par les matériaux du déblai débarrassés des gros éléments, débris, végétaux et animaux, sans vase ni éléments tourbeux

Les qualités des tuyaux

- Les tuyaux enterrés sont soumis à des efforts d'écrasement dus à la charge du remblai et aux surcharges fixes ou mobiles sur celui-ci.
- La tenue mécanique d'une canalisation est fonction des éléments suivants :
  - le mode de pose sur le fond de fouille, ainsi que la résistance de ce dernier;
  - la hauteur de recouvrement par le remblai;
  - la résistance propre des éléments;
  - la nature des terres employées pour le remblai et leur mise en œuvre;
  - la nature de l'effluent transporte : les eaux usées sont toujours plus

agressives que les eaux pluviales, tant chimiquement que mécaniquement; le tuyau ne doit pas être détruit par les matières abrasives contenus dans les liquides, par des chocs thermiques dus à des liquides chauds ou par des attaques biologiques;

- La résistance des tuyaux à l'écrasement est caractérisée par la valeur à la rupture de la charge d'essai entre génératrices opposées, charge que l'on suppose fictivement répartie sur la surface diamétrale intérieure du tuyau. Cette valeur est exprimée en kgf/m² et représente la « classe » du tuyau.
- Les principales qualités d'un tuyau sont les suivantes :

- **Résistance chimique –** est primordiale, car elle conditionne la durée du tuyau
  - Le tuyau doit être insensible à la fois aux produits transportés, mais également au terrain dans lequel il est placé. Si la deuxième condition est satisfaite par les matériaux utilisés, pour la première est parfois nécessaire de revêtir la paroi intérieure d'un produit spécial.
  - De point de vue de son « pH » les eaux d'égouts sont généralement alcalines et ont un pH voisin ou supérieur à 7, mais la décomposition des matières organiques produit de l'hydrogène sulfuré qui se transforme en acide sulfurique.
  - Les eaux industrielles présentent fréquemment une acidité marquée avant leur dilution dans les autres effluents et de ce point de vue, les règlements sanitaires imposent aux industriels de ramener la valeur du pH entre 5,5 et 8,5 avant le rejet de l'effluent dans le réseau public.
  - Les eaux de pluie sont généralement pures au bout d'un certain temps, par contre au début de chute elles sont fortement polluées, surtout dans les zones urbaines.
- **Étanchéité** – une canalisation d'évacuation (tuyau et joint) doit être étanche.

Il ne faut pas que en effet que les eaux véhiculées se perdent dans le terrain environnant, ou que les eaux extérieures pénètrent dans la canalisation.

- **Écoulement –** les parois des tuyaux doivent être aussi lisses que possible pour permettre l'écoulement facile de l'effluent. Cela se caractérise par un coefficient hydraulique.
- **Souplesse –** le terrain d'assise n'est pas toujours d'une rigidité absolue : il peut se tasser; aussi les joints doivent-ils être susceptibles de supporter de légères déformations tout en conservant leur étanchéité.
  - De ce point de vue, le tuyau en matériau rigide doit être fragmenté en éléments courts pour s'adapter sans difficulté;
  - Les tuyaux en matériaux plastiques sont souples et s'adaptent facilement aux mouvements du terrain;
- **Résistance à l'abrasion –** les eaux usées véhiculent des matières solides qui usent le tuyau par frottement, surtout si l'écoulement est rapide.

I. C. 6. a. Les tuyaux en béton

- Ces tuyaux sont fabriqués par centrifugation d'un mortier dont les éléments sont soigneuses dosés. Leur imperméabilité est relative mais la résistance à la compression est élevée.
- Pour augmentée leur résistance à la traction, qui est faible, les tuyaux en béton sont armés avec armatures en génératrices et spires soudées ensemble et protégées par un recouvrement de 10 à 15 mm de béton.

- Les tuyaux en béton sont attaqués par les eaux ménagères, les eaux industrielles et les acides.
- D'parés leur résistance à l'écrasement les tuyaux peuvent être :

tuyaux circulaires pour canalisations d'assainissement	en béton armé		label E 60 A	label E 90 A	label E 135 A
	en béton non armé	label E 30 B	label E 60 B	label E 90 B	label E 135 B
tuyaux circulaires à usages divers	en béton armé		label D 60 A	label D 90 A	label D 135 A
	en béton non armé	label D 30 B	label D 60 B	label D 90 B	label D 135 B

I. C. 6. b. Les tuyaux de grès

- Le grès utilisé pour la confection des tuyaux est obtenu à partir d'argile additionnée de sable et de chamotte, le mélange étant cuit vers 1.300°C.
- Une addition de sel en fin de cuisson produit un vernis intérieur lisse et pratiquement inattaquable.
- Les tuyaux sont terminés par un collet qui permet la confection du joint et la production comporte toute une gamme de pièces de raccordement, ce qui facilite l'exécution de canalisations fermées.
- Une longue expérience a montré que leur durée de vie est pratiquement illimitée sous réserve d'une bonne mise en œuvre.
- Ce matériau offre une bonne résistance à l'abrasion et accepte sans difficulté toutes les eaux usées domestiques et industrielles.
- L'étanchéité est totale, les résistances à la compression et à la traction sont élevées et sont insensibles aux acides sauf l'acide fluorhydrique.
- C'est un excellent isolant des courants électriques et par rapport de sa surface intérieure très lisse il ne retient pas les matières.
- Par contre, les éléments en grès sont fragiles et leur manutention doit se faire avec soin et en plus sont lourds.

Les tuyaux en amiante-ciment

- Les tuyaux en amiante-ciment sont fabriqués à partir d'un mélange de ciment et d'amiante en fibre, ils sont livrés par éléments de grande longueur (jusqu'à 5 m).

- La surface intérieure est lisse, régulière et revêtue à la fabrication d'un vernis antiacide.
- Ils sont généralement terminés par un manchon qui facilite l'emboîtement, l'amiante-ciment est ininflammable et il résiste bien à la plupart des produits chimiques, aux agents atmosphériques aux bactéries et moisissures.
- En fonction de leur résistance à l'écrasement on distingue :
    - la classe 9000 (diamètre de 100 à 300 mm);
    - la classe 6000 (diamètre de 350 à 800 mm);
- La grande longueur des éléments et leur faible poids facilitent la mise en œuvre mais ils sont relativement fragiles à la manipulation.

Les tuyaux en plastique

- Ces tuyaux sont légers, leur surface intérieur est lisse et particulièrement résistante à l'abrasion; ils sont inertes chimiquement et peu conducteurs de l'électricité.
- L'étanchéité est parfaite, cela permet leur emploi en bord du mer ou pour évacuation des produits chimiques.
- Ils sont livrés en éléments de grande longueur, ce qui réduit le nombre des joints. Ceux-ci s'effectuent par collage ou par manchonnage mais ne nécessitent pas une main-d'œuvre qualifiée.

Au contraire, ces tuyaux ne doivent pas être employés dans le cas où la température de l'effluent pourrait être supérieure à 35°C.

<u>Exemple de méthode pratique pour pose de conduite :</u>
<u>Conduite</u>:

Avant de commencer la pose des bus, il faut mettre un lit de sable pour éviter de briser les bus, et sans oublier de calculer la pente pour que l'eau passant trouve le bassin de filtration pour l'eau pluvial.

<u>POSE BUS :</u>

- après avoir mis un lit de sable, et calculer la pente, on commence a poser les bus a l'aide d'une pelle après avoir enlever le godet, et le remplacer par des câbles d'une haute résistance.



- avant de poser les bus, il faut d'abord mettre un joint dans la partie femelle du bus pour que l'eau ne s'échappe pas entre les bus.

- puis il faut bien attacher le bus avec les câbles, puis guider le chauffeur de l'engin

- pour poser le bus dans le trancher, la ou il y a deux ouvriers qui tiennent le bus et le bien placer



- après avoir placer le bus dans le trancher il faut s'assurer qu'il est bien attacher avec l'autre bus, est qu'il n'y a pas un espace entre les deux bus pour que l'eau ne s'échappe pas

- après la pose des bus, il faut remblais le tube avec le remblais primaire

- ce dernier ses particules ne dépassent pas 3cm, pour éviter de briser les bus durant la pose du remblais primaire ou durant le compactage .

<u>Tamis pour remblais primaire</u>



- après avoir remblais le trancher avec le remblais primaire, on passe a l'arrosage ou le compactage hydraulique, dans cette méthode on utilise l'eau pour qu'il entre dans les particules du remblais primaire et les unis
- après l'arrosage, il faut bien compacter le remblai primaire avec un compacteur convenable pour éviter de briser les bus.

Remblai secondaire :

Après avoir compacter le remblais primaire, on passe au :

- remblais secondaire, dans ce dernier on utilise pas un tamis spécial pour le remblais, car les bus sont déjà protéger par la couche du remblais primaire.
- La pose du remblai secondaire passe par les mêmes phases que le remblai Primaire.
- pose remblai secondaire
- arrosage remblais secondaire
- compactage remblais secondaire

<u>AMENAGEMENT EXTERIEUR</u>*:*

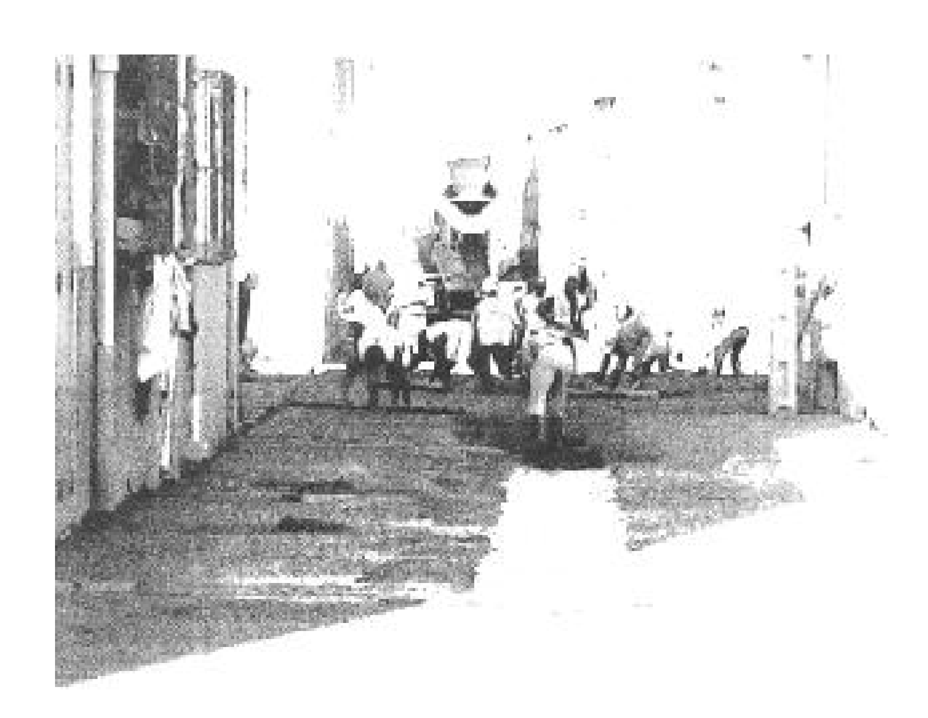
- terrassement TN
- réglage fond de forme CP
- compactage fond de forme CP

Exécution TV GNF:

- pose & réglage TV GNF
- arrosage TV GNF
- compactage TV GNF

Exécution Béton :

- coffrage des parois d'aménagement
- pose une couche de béton de propreté de 0/15
- pose ferraillage sur la première couche du béton de propreté
- coulage bordure en béton



- mise a niveau du béton au niveau des regards, de tell manière que les regards et l'aménagement extérieure seront au même niveau.